

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

05.10 – МКР. 367 "С" 2023.03.13.17 ПЗ

ТОКАРЕНКА ЮРІЯ ОЛЕКСАНДРОВИЧА

НУБІП України

2023 р.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет агробіологічний

УДК 631.8:633.15

ПОГОДЖЕНО
Декан факультету

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри агрохімії та якості
продукції рослинництва ім.
О.І.Душечкіна

Тонха О.П. 2023 р. А.В. Бикін 2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему «Ефективність застосування органосиліконових ад'ювантів за

фоліарного живлення кукурудзи»
Спеціальність 201 Агрономія

Освітня програма: «Агрохімсервіс у прецизійному агровиробництві»

Орієнтація освітньої програми Освітньо-професійна

Керівник магістерської роботи

д.с.-г. наук, професор

Допушник В.І.

Виконав

Токаренко Ю.О.

КИЇВ 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет агробіологічний

Затверджую

Завідувач кафедри
агрохімії та якості продукції
рослинництва ім. О.І.Душечкіна

професор Бікін А.В.
« » 2022 р.

ЗАВДАННЯ

до виконання магістерської кваліфікаційної роботи студенту

Токаренку Юрію Олександровичу

Спеціальність 201 Агрономія

Освітня програма: «Агрохімсервіс у прецизійному агровиробництві»

Орієнтація освітньої програми освіти професійна

Тема кваліфікаційної магістерської роботи: «**Ефективність застосування
органосиліконових ад'ювантів за фоліарного живлення кукурудзи**»

затверджена наказом ректора НУБІП України № 367 «С» від 13.03.2023 р.

Термін подання завершеної роботи на кафедру - 01.11.2023 р.

Вихідні дані до
роботи:

1. Аналіз сучасної наукової літератури за темою кваліфікаційної магістерської роботи.
2. Дані кліматичних спостережень м. Хмельницька.
3. Карти, схеми і вихідні дані господарства
4. Результати польових досліджень та фенологічних спостережень.
5. Результати агрохімічних досліджень біометричних вимірювань.

Перелік питань, які потрібно розробити:

1. Закласти польовий дослід з вивчення ефективності органосиліконових ад'ювантів у системі підживлення кукурудзи.
2. Дослідити вплив органосиліконових ад'ювантів на засвоєння поживних елементів рослинами кукурудзи.
3. Вивчити вплив органосиліконових ад'ювантів використаних разом з добривами на формування величини врожаю і показників якості зерна кукурудзи.
4. Визначити економічну ефективність застосування органосиліконових ад'ювантів з добривами кукурудзи на зерно.

Дата видачі завдання:

Керівник магістерської роботи:

Донущняк В.І.

(підпис)

Завдання прийняв до виконання:

Токаренко Ю.О.

(підпис)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ I ОГЛЯД ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ.....	8

1.1. Особливості системи мінерального живлення кукурудзи на зерно..... 8

1.2. Роль позакореневого живлення за вирощування кукурудзи на зерно 13

1.3. Адюванти: види, механізм роботи та роль у сільському господарстві.....	20
---	----

РОЗДІЛ II. МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ..... 25

2.1. Методика проведення досліду..... 25

2.2. Характеристика ґрунтово-кліматичних умов.....	28
РОЗДІЛ III. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.....	33

3.1. Динаміка росту та розвитку рослин кукурудзи в залежності від досліджуваних добрив..... 33

3.2. Формування асиміляційної поверхні та фотосинтетична діяльність рослин кукурудзи залежно від рівня мінерального живлення.....	34
---	----

3.3. Врожайність зерна кукурудзи в залежності від досліджуваних агроприймів..... 39

РОЗДІЛ IV. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАКЛАДЕНОГО ДОСЛІДУ.....	44
ВИСНОВКИ.....	47

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ..... 49

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ.....	50
-------------------------------	----

НУБІП України

Реферат

НУБІП України

Магістерська кваліфікаційна робота: «Ефективність застосування органосиліконових ад'ювантів за фоліарного живлення кукурудзи» виконана на 55 сторінках друкованого тексту і включає 9 таблиць, 8 рисунків, 59 джерел літератури.

НУБІП України

Мета дослідження полягала у встановленні ефективності застосування макро- та мікродобрив в системі позакореневого живлення рослин кукурудзи за вирощування на сірих опідзолених ґрунтах Хмельницької області у господарстві ТОВ «Агрейн».

НУБІП України

Дослід проведено на території господарства ТОВ «Агрейн» розташоване в м. Волочиськ, Хмельницької області.

Дослідженнями встановлено, що внесення Diya-мікро цинку та Штільвет

НУБІП України

супер в різні фази росту рослин призвело до зростання як маси рослин, так і кількості качанів кукурудзи. Максимальні значення спостерігаються в варіанті №5, де Diya-мікро цинк та Штільвет супер використовувалися у фазу 6-8 листків.

Позакореневе підживлення Diya-мікро цинк + Штільвет супер які вносили у фазу 6 – 8 листків кукурудзи забезпечувало позитивний ефект. Результати від застосування цього комплексу забезпечили підвищення врожайності на 12.2 %, порівняно з контролем, де добрива вносилися лише під основний обробіток ґрунту. Врожай у контрольному варіанті склав 6,54 т/га.

НУБІП України

Найвищий приріст врожайності порівняно з контролем (+0,87 т/га) спостерігали у варіанті 5: Фон + Diya-мікро цинк + Штільвет супер - кг/га (у фазу 6 – 8 листків) = 7,41 т/га.

Ключові слова: ад'юванти, фоліарне живлення, кукурудза, макро- та мікродобрива, площа листя, урожайність.

НУБІП України

ВСТУП

Останні роки характеризуються сильними коливаннями кліматичних умов, які викликають часті стреси на посівах сільськогосподарських культур (високі температури повітря, ґрунтова та повітряна посухи). Результатом таких негативних впливів є нереалізація потенціалу культури, як за якісними так і за кількісними показниками продуктивності. Для пом'якшення негативного впливу природних факторів, фахівці пропонують застосовувати при вирощуванні сільськогосподарських культур сучасні технології та різні допоміжні препарати.

Для подолання стресів або планових підживлень під час вегетації культур готують бакові суміші, до складу яких поміж елементів живлення чи пестицидів додають допоміжні речовини, які покращують властивості розчинів та підвищують ефективність проведення підживлення.

Використання даних препаратів може значно стабілізувати продуктивність і забезпечити рослини основними елементами, необхідними для протистояння екстремальним погодним умовам протягом вегетаційного періоду.

В умовах високих цін добрив та засобів захисту рослин, кожен агроном чи власник все більш детально прораховує витрати на технологію вирощування культур. Кожна технологічна операція має бути максимально ефективною, так і внесення добрив, та підживлення рослин, на що і направлені сучасні допоміжні препарати, зокрема ад'юванти. Тому питання досліджень підвищення ефективності позакореневого підживлення залишається актуальним, так як ринок препаратів і їх різноманіття постійно поповнюється.

Мета досліджень полягала у встановленні ефективності застосування органосиліконових ад'ювантів в системі позакореневого живлення рослин кукурудзи в умовах сірих опідзолених ґрунтів Хмельницької області на землях господарства ТОВ «Агрейн».

Об'єкт досліджень: Реакція рослин кукурудзи на позакореневе підживлення комплексними мікродобривами при застосуванні органосиліконових ад'ювантів та їх вплив на продуктивність рослин.

Предмет досліджень: Рослини гібриду UNI3410/EXPM013, ад'юванти.

Завдання досліджень:

- вивчити властивості росту, розвитку та формування продуктивності кукурудзи в залежності від застосування мікродобрив разом з органосиліконовими ад'ювантами шляхом позакореневого підживлення.

- описати особливості фотосинтетичної поведінки посівів кукурудзи;

- розвинути навички самостійної практики та розуміння методології аналізу експериментальних даних.

- Вивчити здатність рослин адаптуватися до середовища проживання та вплив мінеральних добрив в умовах Лісостепової зони України протягом вегетації, оскільки цей контекст впливає на формування врожаю кукурудзи.

- визначити економічну доцільність використання макро- та мікродобрив у системі листового живлення рослин кукурудзи на основі проведених досліджень.

Методи дослідження: гіпотеза, статистичний спостереження, економіко-математичний, польовий, лабораторний.

Практичне значення одержаних результатів

На основі отриманих результатів досліджень виробництву запропоновано сучасний підхід позакореневого підживлення рослин кукурудзи.

НУБІП України

РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Особливості системи мінерального живлення кукурудзи на зерно.

За умови достатнього й розумного внесення мінеральних добрив, а також відповідних технологій обробітку ґрунту та боротьби з бур'янами в період росту посівів кукурудзи можна отримати високі врожаї майже на всіх типах ґрунтів у країні. Однак найпродуктивніші результати спостерігаються на родючих ґрунтах, які мають достатню водоутримувальну та повітропроникність. На орному шарі необхідно проводити агротехнічні роботи для забезпечення адекватного розвитку кореневої системи та внесення доступних поживних речовин у належній кількості [1, 10]. Враховуючи, що кукурудза має тривалий період росту, протягом якого вона генерує значну біомасу та розвиває складну кореневу структуру, вона потребує значного забезпечення як макро, так і мікроелементами [12].

У своїх дослідженнях Господаренко Г.М. встановив, що рослини кукурудзи засвоюють мінеральні речовини майже протягом усього вегетаційного періоду, ще до початку періоду дозрівання зерна. За його даними, приблизно 90% загальної кількості поживних речовин і 80% сухої речовини накопичується рослинами до етапу молочної стиглості. У період бурхливого росту, який охоплює період від викидання волоті до початку цвітіння, швидко витрачається половина поживних речовин. Максимальна концентрація поживних речовин присутня під час збору врожаю, коли зерно має воскову структуру. Отже, на кожную тонну зерна та відповідну масу листя-стебла рослини кукурудзи потребують 15-30 кг N, 6-12 кг P_2O_5 та 20-30 кг K_2O [13].

Протягом усього циклу росту кукурудзи азот є важливим елементом, особливо під час фази диференціації між вегетативними та репродуктивними органами. Азотні добрива є надзвичайно ефективними у збільшенні площі поверхні листя на початку сезону, що призводить до значної площі поверхні зеленого листя в наступні періоди, таким чином максимізуючи

фотосинтетичне поглинання. Кукурудза відома своїм тривалим періодом живлення, коли вона поглинає азот та інші поживні речовини на пізніх стадіях росту, аж до зрілості [14, 15]. На частку азоту припадає від 60 до 90

кг/га залежно від родючості ґрунту та його попередника в середньому вносять під час сівби. Найбільший внесок вносять під час сівби, коли вносять

великі кількості (90 кг і більше), а меншу дозу зазвичай вносять у міжряддя під час першого обробітку ґрунту [16, 17]. Було проведено кілька досліджень,

які вказують на кореляцію між внесенням азотних добрив і рівнем протеїну в зернових культурах. Фактично, вміст білка в зерні можна підвищити,

додавши більшу кількість азоту, ніж це потрібно для максимального врожаю.

Фази цвітіння та формування насіння особливо важливі, коли йдеться про потребу в азоті, оскільки це критичні періоди для рослин. Без достатньої

кількості азоту на цій стадії молоді рослини можуть відставати в рості, маючи бліді або жовто-зелені листочки [18].

Поглинання фосфору рослинами має більш тривалий ефект. Кукурудза, наприклад, рівномірно поглинає фосфор протягом усього циклу свого росту,

поки не буде готова до збору врожаю. Однак рослини особливо потребують додаткового фосфорного живлення на ранніх стадіях свого життя. Під час

сівби кукурудзи застосування фосфорних добрив сприяє розвитку міцної кореневої системи та більш ранньому формуванню качанів, що в кінцевому підсумку впливає на формування зерна [19].

Калій є невід'ємною частиною успішного перебігу життєво важливих фізіологічних і метаболічних процесів у рослинах. Він відіграє безпосередню

роль у швидкості росту та врожайності сільськогосподарських культур. Калій також зміцнює склеренхіму у волокнах, підвищуючи стабільність, що

особливо важливо, коли дози азоту високі для досягнення максимального врожаю. Кількість екстрагованого калію в листі має значний вплив на процес

фотосинтезу [20].

Азот (N) суттєво впливає на фізичні характеристики та об'єм культурних рослин. Він відіграє вирішальну роль у сприянні швидкому росту

листя та розвитку високоякісних плодів. Його присутність особливо важлива на різних стадіях росту кукурудзи. Процес надходження поживних речовин до рослин із ґрунту починається з проростання насіння. За перші чотири дні росту проростки кукурудзи споживають до 50% азоту і калію з навколишнього середовища, а за наступні двотижні – до 65-75%. До цього періоду проростки переважно споживають азот і фосфор із субстрату, а не з самого насіння. Поглинання поживних речовин рослинами триває протягом усього вегетаційного періоду, до повного дозрівання зерен кукурудзи. Вид та інтенсивність внесення азоту, фосфору та калію в різні фази росту залежить від рівня швидкості гібридів [21].

Хоча максимальне поглинання зазвичай відбувається за 10 днів до і через 25 днів після викиду, засвоєння поживних речовин рослинами на початку вегетації незначне. Але до моменту появи волоті кожен гектар кукурудзи може засвоїти за добу 3,17 кг азоту, 0,88 кг фосфору, 3,43 кг калію. У той момент, коли кукурудза готова до молочного воску, вона накопичила 92% свого азоту, 93% свого калію та 70% фосфору. Наявність фосфору (P_2O_5) має вирішальне значення для розвитку кореневої системи культури, формування зерна та фази цвітіння. Його відсутність негативно позначається на рості квіток і качанів, в кінцевому підсумку затримується розвиток всього врожаю. Кукурудза починає поглинати фосфор під час проростання і продовжує це робити протягом вегетаційного періоду, поки зерна не дозріють [22].

Фосфор є необхідним елементом для обмінних процесів, що відбуваються в рослинах. Він відіграє безпосередню роль у стимулюванні розвитку коренів у рослин кукурудзи, дозволяючи їм глибше проникати в ґрунт і ефективніше використовувати запаси вологи, особливо в суворих умовах. Рівень фосфорного живлення визначає швидкість розвитку рослин, а також формування і дозрівання качанів [23].

Дефіцит фосфору призводить до зниження засвоєння азоту, пригнічення синтезу білка, послаблення росту вегетативної маси і коренів. І

навпаки, надлишок фосфору може прискорити розвиток рослин, але зменшує нагромадження вегетативної маси та зерна. Незважаючи на високу потребу в стабільному забезпеченні молодих рослин фосфором, до появи 4-6 листків вони використовують лише 12% загальної кількості. Поглинання фосфору рослинами активізується з фази 4-6 листків, досягаючи максимальної інтенсивності у фазі переходу від молочної воскової до повної стиглості зерна. Під час цієї фази рослини поглинають понад 30% загального споживання фосфору [24].

Калій, досягає кінцевої точки в рослинах перед азотом і фосфором. Це відбувається під час молочно-воскової стадії дозрівання зерна, і дані свідчать про те, що вона може закінчитися навіть раніше – під час фази цвітіння [4, 25].

У період формування зерна відбувається накопичення сухої речовини як у стеблах, так і в листі зерна, тоді як у період дозрівання молочно-воску відбувається посилене транспортування поживних речовин від вегетативних органів до репродуктивних. На виділення зерна з інших органів рослини використовується приблизно 59 % азоту, 36 % фосфору і 82 % калію. У деяких випадках ці елементи отримують зерном із ґрунту шляхом тривалого впливу таких елементів [25].

Калій не класифікується як органічна сполука, як азот і фосфор, і в клітинному соку рослин він майже виключно присутній у формі водорозчинних солей. Кукурудза потребує значної кількості цього елемента для правильного росту, оскільки він сприяє фотосинтезу, обміну та транспортуванню вуглеводів, а також трансформації амінокислот і білків. При нестачі калію гальмується ріст вегетативних органів кукурудзи, пригнічується життєдіяльність кореневої системи. І навпаки, надмірне споживання калію не має істотного впливу на розвиток, ріст чи врожайність кукурудзи [26].

Поглинання калію кукурудзою починається на ранніх стадіях проростання і найбільш ефективно витрачається на початковій фазі її

вегетатції, насамперед між утворенням 4-6 листків і розпусканням волоті, що становить близько 82% від загального споживання калію культурою [17].

Якщо удобрювати кукурудзу добривами з високим вмістом калію і фосфору, можна прискорити процес дозрівання качанів. Кукурудза має високі вимоги до ідеальних умов вирощування, що вимагає суворого дотримання технології вирощування та постійного вдосконалення. Щоб рослини процвітали, їм потрібна достатня кількість фосфору для належного живлення азотом і калієм, як вказують джерела [3, 28].

Завдяки подовженому циклу росту та високій врожайності біомаси кукурудза має значний попит як на макро, так і на мікроелементи. Споживання поживних речовин рослиною починається зі стадії сходів і продовжується до зрілості, з поступовим збільшенням споживання від 8 до 30% на початку, 50% при появі сходів, 75-80% при викиді і, нарешті, до 100% при появі сходів. воскової зрілості. Азот відіграє особливо вирішальну роль у період росту, особливо на стадії диференціації між репродуктивними та вегетативними органами. За допомогою азотних добрив рослини кукурудзи можуть ефективно збільшити площу листяної поверхні на початку сезону, забезпечуючи максимальне фотосинтетичне поглинання та зростання міцної зеленої поверхні листя в майбутньому. Період живлення характеризується тривалістю, коли рослини кукурудзи продовжують поглинати азот та інші необхідні елементи аж до фази воскової стиглості [6, 29].

Кількість азоту в кукурудзі залежить від родючості ґрунту та його попереднього використання. Вона може коливатися від 60 до 90 кг/га при середній кількості, внесеної під час посіву. При застосуванні більших доз азоту (90 кг і більше) більшу частину вносять під час сівби, а меншу дозу вносять у підгодівлю під час першої міжрядної культивування. Фази цвітіння та формування насіння є критичними періодами для потреби в азоті. Без азоту під час цих фаз молоді рослини відстають у рості, мають дрібне, бліде або жовто-зелене листя. Фосфор, навпаки, має більш тривалий ефект. Дослідження показали, що збільшення внесення азотних добрив може

підвищити вміст білка в зерні, а рівень сирого протеїну можна покращити, додаючи більші дози азоту, ніж це потрібно для отримання максимального врожаю [30].

У міру дозрівання кукурудза рівномірно витрачає фосфор. Однак на початковій фазі росту рослини потребують додаткового фосфору вранці. Під час посіву кукурудзи використовують фосфорні добрива для активізації розвитку кореневої системи, що сприяє більш ранньому формуванню качанів і підвищенню врожаю зерна [31].

Калій життєво важливий для всіх важливих фізіологічних процесів, включаючи швидкість росту та врожайність. Він зміцнює склеренхіму волокон, підвищуючи стабільність і сприяючи максимальному врожаю при високих дозах азоту. Вміст калію, який можна витягнути в листі, значно впливає на фотосинтез. Ефективність мінеральних добрив проявляється на ранніх стадіях формування качанів, коли закладаються майбутні квітки жіночого суцвіття [32].

1.2. Роль позакореневого живлення за вирощування кукурудзи на зерно

Через несприятливу погоду, іноді екстремальну, рослини тривалий час переживають стрес, що негативно позначається на їх потенційному розвитку.

В умовах екстремальної погоди все більшої популярності набувають антисресанти нового покоління, це явище суттєво впливає на стабільність продуктивності під час настання екстремальної погоди в сезон зростання. До цього класу відносяться препарати, що застосовуються в мікродозах - мікроелементи, стимулятори росту рослин нового покоління, які підвищують врожайність сільськогосподарських рослин до 15% за наявності в ґрунті оптимального мінерального живлення [33].

Макро- та мікрокомпоненти є основними компонентами зеленої маси рослини. В результаті азот і сірка беруть участь у створенні амінокислот і

білків, фосфор і калій беруть участь в утворенні фітину, а магній часто вважають «елементом життя», - хлорофілом [34]. Удобрюючи рослини, важливо враховувати, що одні речовини в ґрунті токсично впливають на засвоєння інших, а надлишок мінеральних солей згубний для рослин.

Оптимальне співвідношення поживних речовин характерне для ґрунту і клімату і визначається фактичною і потенційною родючістю ґрунту. Крім того, концентрація основного добрива достатня для забезпечення необхідної кількості мікроелементів. Основною характеристикою ґрунтів степу є зниження вмісту рухомих мікроелементів із збільшенням насиченості ґрунту фосфатами [35].

Досвід останніх десятиліть показує, що в Україні після сівби дощу може не бути більше місяця-двох. У зв'язку з цим внесення азотних добрив слід розділити. Не менше половини має бути використано під час сівби, а друга частина — у періоди активного споживання та формування врожаю. Крім того, важливо, щоб ґрунт був вологим. Без цього варто розглянути потенціал для годування. Якщо порівняти об'єм добрив, що споживаються в різних формах (рідких або гранульованих) і різними способами (локально в ґрунті або рівномірно по всій поверхні), то можна помітити значну різницю в продуктивності. Найефективнішим методом є локальне внесення добрив у рідкому вигляді в ґрунт біля кореневої системи, втрати цієї системи мінімальні. При використанні гранульованого добрива як розкидача втрати можуть досягати 50% [36].

Швидким методом «швидкого вирішення питання» у відновленні мікроелементного складу рослин є позакореневе підживлення мікроелементами. Процес удобрення листя повинен відбуватися в найважливіші періоди розвитку рослин, відповідно до фізіологічних вимог культури, виходячи з конкретного дефіциту конкретного мікроелемента, ця інформація отримана в результаті наукових досліджень і лабораторії [37].

Використання мікроелементів у ґрунті з подальшим позакореневим методом запобігає дефіциту багатьох елементів, цей метод перешкоджає

внесенню фосфору. Ступінь удобрення, приблизно такий же, як і насиченість ґрунту фосфатами та нітратами, передусім вимагає вживання комплексних багатокомпонентних мікродобрив у малих дозах. Доследи показали, що розташування качана зумовлене на стадії двох-трьох листків або поблизу неї.

Зрозуміло, що найбільш продуктивні качани розташовані на верхніх вузлах, якщо немає інших напруг, розташування качана буде низьким, що призведе до низької продуктивності. На стадії п'ятого листка фіксують кількість зерен у качані і за якістю живлення визначають майбутній урожай. Відсутність макро-

і мікроелементів у цей період призведе до зниження ситості качана. У фазу цвітіння нестача поживних речовин позначається на масі тисячі зерен, тому рослина не повинна відчувати голоду [37].

Сьогодні прийнято вважати, що мікроелементи входять до складу більшої кількості ферментів. Значення ферментів у життєдіяльності рослин

велике, вони значно підсилюють і прискорюють хімічні реакції, які зазвичай відбуваються при типовій температурі тіла. Всі хімічні реакції, що відбуваються при синтезі, руйнуванні та обміні органічних речовин, є прямими ферменти. На сьогодні численні дослідження показали, що мікроелементи

також відіграють значну роль в обміні речовин, цей процес є одним з найважливіших процесів у життєдіяльності рослин, оскільки майже весь синтез і перетворення речовин відбувається за участю ферментів, в склад органічної речовини [38]. При нестачі окремих компонентів деяких ферментів,

необхідних для діяльності цих ферментів, активність останніх різко знижується. Зв'язок між мікроелементами та ферментами або білками може бути прямим або непрямым. Ті компоненти, які безпосередньо впливають на процес окислення або відновлення хімії організму, фотосинтез, регуляцію вуглеводів, накопичення вітамінів і деякі інші ферментативні процеси, мають слабкий зв'язок [39].

Кілька компонентів мікроелементів (як і всі мікроелементи) благотворно впливають на фотосинтез. Наприклад, бор, цинк і молібден посилюють активність фотосинтезу. Такі елементи, як мідь, молібден, бор, марганець і

кобальт, позитивно впливають на утворення хлорофілу в листках рослин і знижують швидкість його розкладання. Бор, мідь, цинк і молібден сприяють швидкому переміщенню вуглеводів, особливо сахарози, від листя до стебла і репродуктивних частин. Це робиться для того, щоб полегшити транспортування цукрів до репродуктивних частин і стебла [40].

Важливо відзначити, що бор вкрай необхідний рослинам протягом усього сезону. Видалення бору з ґрунтового середовища в будь-яку фазу розвитку рослини призводить до зниження імунітету і збільшення ймовірності захворювання. Дослідники задокументували сприятливий вплив мікрокомпонентів на підвищення стійкості рослин до несприятливих факторів навколишнього середовища, таких як спека, стрес від вилягання, стійкість до посухи та підвищена стійкість до солі. Крім того, було виявлено, що мікроелементи в рослині можуть впливати на численні фізіологічні та хімічні процеси, які пов'язані із захисними функціями рослин від інфекції, ці процеси включають [41].

Застосування добрив матиме позитивний ефект лише за умови врахування всіх факторів, що впливають на їх ефективність. Одним із таких факторів є властивості ґрунту, які необхідно враховувати при використанні макро- та мікроелементів. Якщо вміст одного або обох елементів у ґрунті не вистачає, їх необхідно доповнити відповідною кількістю та типом добрив. Крім того, було задокументовано, що комбінація двох або трьох мікроелементів має більший вплив на врожайність кількох культур, ніж їх окремі застосування [42].

Процес карбонізації ґрунту впливає на переміщення мікроелементів шляхом утворення солей, нерозчинних у ґрунті. На малокарбонатних ґрунтах Степу рух заліза, марганцю і цинку може бути знижений порівняно з іншими ґрунтами без карбонатів. Для низькокарбонатних і малокарбонатних ґрунтів характерна менша концентрація рухомого цинку [43].

Гумус зв'язує іони мінеральних речовин у ґрунті, що зменшує їх рух. Зменшення концентрації багатьох рухомих компонентів у мікроелементах

грунту спостерігається на грунтах із підвищеним вмістом гумусу. Однак для міді ми зазвичай маємо позитивний зв'язок із вмістом гумусу, це пов'язано зі здатністю Cu утворювати комплекси з органічними речовинами ґрунту, які, завдяки своїй стабільності, підвищують рухливість міді в ґрунті з більшим вмістом гумусу [26, 28]. Однак ґрунти мають різний рівень лужності та карбонізації, і ефект збільшення фосфору також різний. У зв'язку з цим слід підвищити рівень насичення фосфатом ґрунтів, близьких до нейтральних (рН 5,9-7,0) із вмістом вуглецю менше 10,0 г/кг ґрунту, приділяти більше уваги залізу, марганцю та цинку, а також на грунтах. слаболужні та помірно лужні (рН 7,1-8,0). Крім того, слід звернути увагу на кобальт і мідь. Доступність мікроелементів з повітряних джерел через листя (позакореневе поглинання) може мати значний вплив на зараження рослин. Це також має важливе практичне значення в процесі позакореневого підживлення, особливо щодо Fe , Mn , Zn і Cu [44].

Вважається, що позакореневе поглинання складається з двох етапів: неметаболічного проходження кутикули, який зазвичай вважається основним шляхом проникнення, та метаболічних процесів, які призводять до накопичення речовин, протилежністю яких є дія векторів концентрації. Другий клас процесів відповідає за перенесення іонів через плазматичні мембрани клітин у протоплазму інших клітин. Розглядаючи той чи інший спосіб застосування мікродобрив, важливо виходити з того місця, яке обмежує типовий розвиток рослин. При низькій і низькій забезпеченості ґрунту елементами живлення, які є основними, це формується при відсутності достатньої кількості добрив, мінімально необхідним для культури є дефіцит 16 основних елементів живлення. Неefективність мікродобрив може призвести до невиправданих витрат і зниження ефективності виробництва, яке може досягати 100% рентабельності [45].

Елементи, які поглинаються листям, можуть бути передані іншим частинам рослини, включаючи коріння, де може бути зібраний надлишок певних елементів. Швидкість, з якою переміщуються елементи в тканинах,

значно змінюється залежно від типу тканини, її віку та природи елемента. Деякі складові мікроелементи, що потрапили на листя, здатні видалятися дощем. Відмінності в ефективності вимивання різних мікрокомпонентів можна пояснити їх функціями або метаболічними зв'язками. Наприклад, просте видалення свинцю під час миття вказує на те, що він переважно знаходиться на поверхні листя у вигляді відкладень. З іншого боку, невеликий відсоток Cu, Zn і Cd, які можна видалити шляхом промивання, свідчить про те, що ці метали потрапили в листя у значних кількостях [8, 46].

Інші вчені також повідомляли, що листя має значну здатність поглинати Zn, Fe, Cd і Hg [4, 6, 20, 32, 47]. Вимивання елементів з листя кислотними дощами може включати процеси катонного обміну, які відповідають за іони H^+ у дощовій воді, замінюючи мікрокатиони, які були прив'язані до кутикули листя у зв'язаному стані [35].

Усі ці компоненти без винятку повинні бути спрямовані на кукурудзу, навіть якщо вони закладені в бюджет для вирощування цієї культури. Ми можемо тимчасово зменшити внесення фосфору та калію під основну культуру, ми можемо оптимізувати процес і побачити, що потрібно додавати культури, які містять бор, молібден, марганець та інші поживні речовини. Це дозволить нам реалізувати потенціал кукурудзи в конкретному сезоні, який ми реально можемо досягти [6, 31].

У зв'язку з цим сучасне землеробство майже повністю орієнтоване на використання мінеральних добрив, при ефективних концентраціях потреба в окремих компонентах добрив зазвичай зростає внаслідок зниження їх рухливості та появи несприятливого впливу на високу хім. фони. Це актуалізує необхідність регулювання складу живлення сільськогосподарських рослин [48].

Також у створенні трофічної недостатності бере участь порушення оптимального співвідношення мікрокомпонентів у ґрунті. Висока концентрація рухомих сполук міді в ґрунті та низька концентрація заліза і цинку, характерна для ґрунтів регіону, зумовлює нездатність рослин

споживати останні. Поліпшення поживного режиму та інших агротехнічних властивостей ґрунту за умов внесення добрив позитивно впливає на ріст і розвиток рослин кукурудзи [49].

Про це свідчать більш швидке настання фаз росту і розвитку рослин, скорочення тривалості міжфазних періодів росту, інтенсивніший характер розвитку рослин, збільшення маси надземних частин, раціональне використання поживних речовин рослинами кукурудзи. Крім того, ґрунтова волога частіше використовується для формування врожаю. Максимальне забезпечення рослин азотом, фосфором і калієм підвищує стійкість рослин кукурудзи до теплового стресу та нестачі вологи, ці ефекти покращують амінокислотний склад білка [50].

Кількість необхідних добрив має бути економічно вигідною та екологічно ефективною. Різноманітні дослідження показали, що низькі концентрації не забезпечують бажаного врожаю, а високі лише негативно впливають на їх прибутковість, однак у посушливі роки, можливе зниження об'єму та якості врожаю, що пов'язано із вмістом солей у ґрунті. Переваги мікропідживлення в тому, що його дози в кілька разів менші, ніж дрібних елементів, але вимога рівномірності внесення вище [52].

Сучасні методи внесення мікродобрив, як правило, поєднуються з агротехнічними методами, тоді витрати на їх внесення значно знижуються. Перезволоження ґрунту, особливо з високою концентрацією фосфору і низькою концентрацією калію, викликає зниження руху заліза, але збільшує поглинання рослинами кобальту. Низькі або високі температури згубні для харчування залізом. В умовах підвищених температур можливий розвиток дефіциту міді, особливо це стосується добрив на основі фосфору [53].

1.3 Ад'юванти: види, механізм роботи та роль у сільському господарстві.

Ад'юванти – це речовини, що спрямовані на посилення діючої речовини препарату, або її дії на об'єкт обробки. До класу ад'ювантів можна віднести прилипачі, коректори якості води та антивспінювачі. Ад'юванти можуть додаватись як до бакової суміші при заправці обприскувача, так і на заводі безпосередньо у препарат [2].

Допоміжні речовини ад'ювантів можуть протистояти змиванню препаратів з поверхні листка, розщеплювати листовий наліт та покращувати проникнення діючої речовини у тканини рослини. Ад'юванти зменшують поверхневий натяг краплини, що сприяє кращому розтіканню краплі препарату по поверхні листка, завдяки чому збільшується площа проникнення препарату у рослину. Завдяки цьому можна зменшити норму витрати пестицидів та робочого розчину на гектар. Також до групи ад'ювантів входять антивспінювачі. Вони пригнічують утворення піни при заправці і перемішуванні обприскувача. Також до цієї групи препаратів можна віднести коректори якості води [7].

Ад'юванти у сільському господарстві використовуються в декількох напрямках:

- Для покращення площі покриття робочого розчину й зменшення поверхневого натягу водної краплі.
- Для підвищення тривалості утримання розчину на поверхні листка, а також збільшення ефективності проникнення препарату.
- Для захисту від змивання опадами.
- Для створення «ефекту УФ-фільтра», знижуючи негативний вплив УФ на робочий розчин.
- Для підвищення стійкості проти зносу препарату вітром.

- Для зменшення фітотоксичності препаратів на рослини.
 - Для покращення гербіцидної дії шляхом запобігання проникненню робочого розчину препарату до глибинних шарів ґрунту.

- Для зменшення негативного впливу стресових чинників в органічному землеробстві.
 - Для промивання робочих інструментів, обприскувачів, форсунок тощо.

- Для водопідготовки, змінюючи кислотність і жорсткість води.
 - Для зменшення утворення піни при приготуванні робочого розчину в бакових сумішах[57].

Підсумовуючи все вищесказане, стає зрозуміло, що в цілому ад'юванти сприяють підвищенню врожайності сільськогосподарських культур, зниженню витрати основного препарату і зменшенню негативного впливу пестицидів на екологію. Застосування ад'ювантів дає вам можливість оптимізувати обробку, подовжити тривалість дії препарату, водночас прискоривши його проникнення і мінімізувавши ризики виникнення фітотоксичності. А це своєю чергою, економить матеріальні затрати й час і полегшує пестицидне навантаження [7, 56].

Виділяють наступні групи ад'ювантів:

- Передзбиральні — полімеризуються і використовуються для обробки зернобобових і технічних культур та запобігають розтріскуванню. Застосування цих препаратів дозволяє зменшити втрати врожаю під час збирання.

- Органосилікони — група препаратів, які зменшують поверхневий натяг водної краплі, що дає розчину рівномірно розподілитися на поверхні листків і максимально вкрити їхню площу.

НУБІП України

- Підкислювачі й стабілізатори — знижують рН води й підтримують його у визначених межах, виступаючи в ролі буфера.
- Ретранданти зносу — використовуються для зменшення зносу робочої рідини.

НУБІП України

- Пінogasителі
- Пенетранти — підвищують здатність рідини проникати в корені рослин, листки й стебла.

НУБІП України

- Буферизуючі агенти — перешкоджають випадінню в осад компонентів добрива.
- Агенти сумісності — полегшують більш рівномірне змішування рідких добрив і пестицидів.

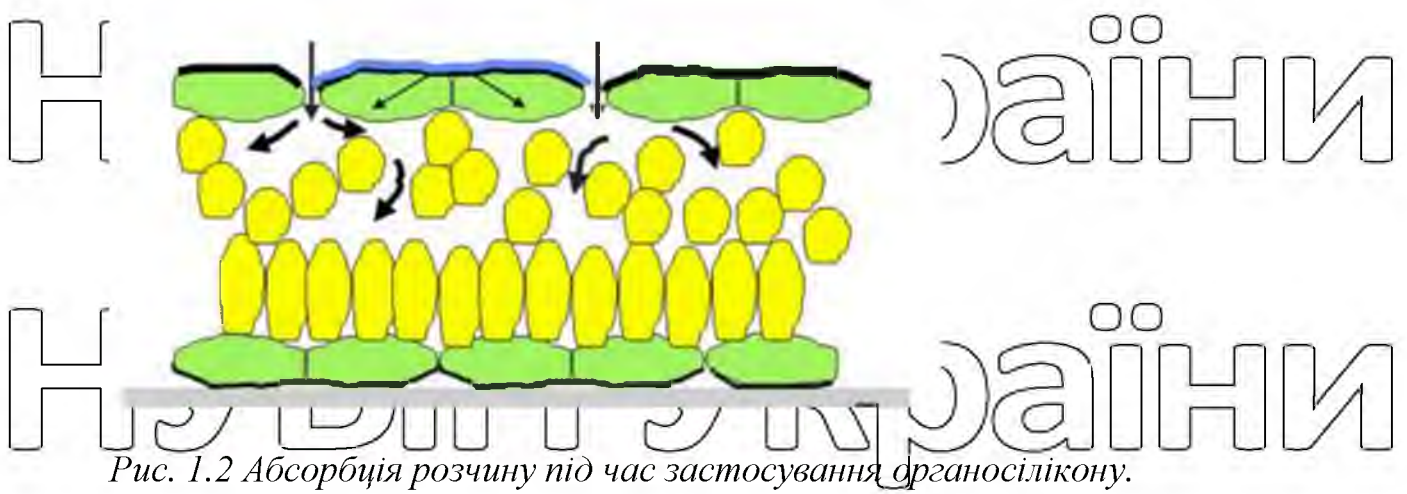
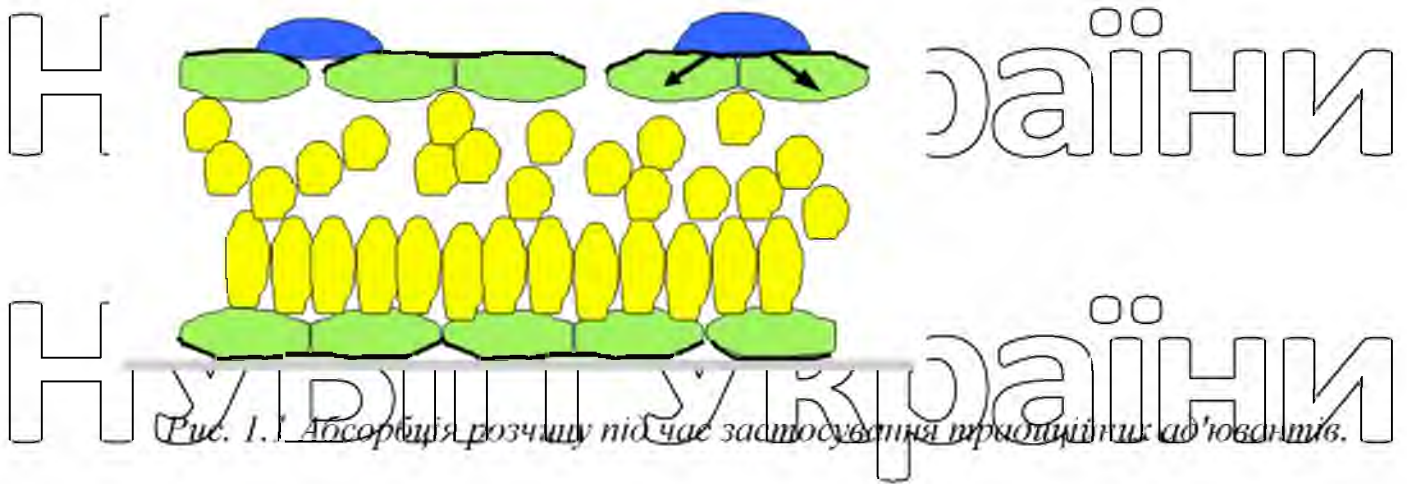
НУБІП України

- Рослинні олії — сприяють поглинанню продукту рослиною, пом'якшуючи кутикулу.
- Згущувачі — збільшують в'язкість суміші, що розпилюється [57, 58].

НУБІП України

Ад'юванти на основі органо-силікону дають змогу зменшити норму використання води та підвищити ефективність обприскування загалом. Це відбувається завдяки зменшенню поверхневого натягу води. Наслідком цього є більш рівномірне змочування рослин, що забезпечує більш ефективну дію засобів захисту рослин та мікродобрив та дозволяє зменшити використання води в цілому. Також застосування ад'ювантів запобігає змиванню ЗЗР та мікродобрив при випаданні опадів [2, 58].

НУБІП України



Використання ад'ювантів на основі органо-силікону забезпечує швидке поглинання через прорихи.

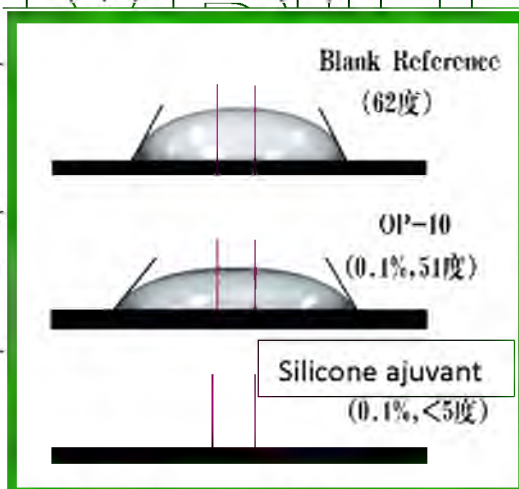


Рис. 1.3 Абсорбція розчину за використання органосилікону

Органосиліконові ад'юванти суттєво зменшують поверхневий натяг води, зменшують кут контакту між розчином та біологічною цилілло.

Органосиліконові ад'юванти взаємодіють з восковим шаром на поверхні листя рослин. Вони можуть допомагати розчиняти частини воску, що полегшує проникнення активних речовин через захисний шар рослин.

Деякі органосиліконові ад'юванти можуть утворювати стабільні комплекси з активними речовинами, збільшуючи їх стійкість та збереженість в розчині. Компоненти органосиліконових ад'ювантів можуть полімеризувати або утворювати більші молекули на поверхні рослин, що може поліпшити зчеплення та взаємодію з клітинами.

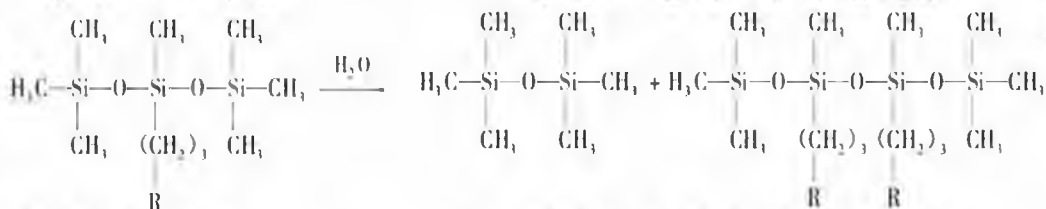


Рис. 1.4 Механізм гідролізу органосиліконового ад'юванту.

Органосиліконові ад'юванти мають у складі молекули силіконові зв'язки, які піддаються гідролізу. У присутності вологи або води, молекули ад'юванту взаємодіють з молекулами води. Гідроліз спричинює розкладання силіконового зв'язку на силіконовий гідроксид та інші продукти гідролізу. В результаті гідролізу утворюються гідроксигрупи на молекулах ад'юванту [58].

Гідроліз відбувається під час приготування робочого розчину ад'юванту, сприяючи його взаємодії з рослиною та іншими агрохімікатами.

Причиною високої результативності та ефекту супер-змочування органосиліконових ад'ювантів це метилові зв'язки в структурі та знижені інтермолекулярні сили [2, 58].

РОЗДІЛ II. МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

НУБІП УКРАЇНИ

2.1. Методика проведення дослідю

Польовий дослід було закладено в 2023 році на землях господарства «ТОВ Агрейн» Хмельницької області. Дослідження проводилися в умовах сірих опідзолених ґрунтів.

Дослід було закладено у трьохкратному повторенні. Розмір посівної ділянки – 85 м², облікової – 50 м², розміщення варіантів рендомізоване.

Схема дослідю наступна:

№1 Фон: N₃₀P₃₀K₃₀ (під культивуацію) - контроль

№2 Фон + Diya-micro цинк (у фазу 3-4 листків)

№3 Фон + Diya-micro цинк + Штільвет супер (у фазу 3-4 листків)

№4 Фон + Diya-micro цинк - кг/га (у фазу 6-8 листків)

№5 Фон + Diya-micro цинк + Штільвет супер - кг/га (у фазу 6-8 листків)

Аналіз зразків ґрунту й рослин проводили в Хмельницькому філіалі Інституту охорони ґрунтів (Кам'янець-Подільський, вулиця Мудрого Ярослава, 114), та в лабораторії кафедри агрохімії і якості продукції рослинництва.

Економічну оцінку ефективності визначали за цінами, що були середніми в 2022 році.

Агротехніка вирощування кукурудзи загальноприйнята для зони Лісостепу. В господарстві польова сівозміна займає весь земельний банк господарства - 852 га, кількість полів у сівозміні – 10, середній розмір поля 85,2 га.

Досліджувана культура була розміщена після пшениці озимої:

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП України

Сівозміна господарства:

1. Горох (88 га).
2. Пшениця озима (92 га).
3. Кукурудза на зерно (110 га).

НУБІП України

4. Кукурудза на зерно (115 га).
5. Ячмінь ярий (102 га).
6. Соя (112 га).
7. Пшениця озима (95 га).

НУБІП України

8. Соя (100 га).
9. Соя (108 га).
10. Жито озиме (42 га).

Фактична площа посіву с.-г. культур господарства ТОВ «Агрейн»:

Всього зернові займають – 556 га; із них: пшениця озима – 187 га, жито озиме – 42, кукурудза на зерно – 225 га, ячмінь ярий – 102.

Зернобобові займають 296 га, з них соя – 208 га, горох – 88 га.



Рис. 2.1 Розташування полів господарства ТОВ «Агрейн»

У досліді було використано гібрид кукурудзи UNI3410/EXPM013 бренду UNIVERSEED, який в Україні реалізовується компанією LNZ Group.

Це середньоранній гібрид із зубовидним типом зерна, та доброю вологовіддачою. Має високу початкову енергію росту, холодостійкий, придатний для ранніх посівів. Має добру стійкість до сажкових хвороб, придатний в монокультурі. Стійкий до фузаріозу (стебла, качана) [54].

Характеристика посівного матеріалу наведена у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Характеристика посівного матеріалу, сорт, репродукція, клас

Гібрид	Походження насіння (оригінатор)	ФАО	Репродукція (покоління гібрида)	Енергія проростання, %	Схожість, %	Чистота, %	Господарська придатність, %	Клас насіння
UNI3410/EXPM013	UNIVERSEED	290	1	97,5	96,8	98,5	98	1

У досліді було використано препарат Біа-мікро цинк, виробника ТОВ «Агрейн», який містить діючої речовини Цинк 100г/л, та Азот 65г/л.

Біа-мікро цинк – високоефективний коректор дефіциту цинку, містить цинк у хелатній формі. У системі удобрення господарства застосовується для позакореневого підживлення культур.

Сівба кукурудзи на господарстві проводиться між останньою декадою квітня, першою декадою травня за, що температура загортання насіння становить від +9 до +12 °С.

Технологічні операції були виконані сучасною технікою, яка дозволяє якісно та за меншої витрати часу реалізовувати елементи технології вирощування культур. Основний обробіток ґрунту восени проводили плугом Lemken Europl 7 (трактор John Deere 6135). Весняне боронування проведено боронами БГЗ-14.

Мінеральні добрива перед сівбою були внесені в нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ (нітроамфоска). Агрегатом Lemken Компактор K600 (трактор John Deere 6135) проведено передпосівну культивуацію. Сівбу провели сівалкою точного висіву John Deere 7200. Норма висіву насіння становила 70 тис/га.

Рекомендована густина рослин перед збиранням – 55 тис/рослин на гектар.

До сходів було внесено гербіцид ДІУА – Ацетохлор (ацетохлор, 900 г/л) Майстер Пауер – 2,0 л/га.

Міжрядних обробіток на глибину 8-10 см. Проведено за допомогою культиватору КРН-5,6 з шириною оброблюваної смуги в міжряддях 45-50 см.

У період вегетації хвороб і шкідників не спостерігалось, тому інсектициди та фунгіциди не застосовувалися.

Збір врожаю починали коли 75% качанів знаходились у фазі повної стиглості (вологість - 21 %) комбайном John Deere S780.

2.2. Характеристика ґрунтово-кліматичних умов

ТОВ «Агрелл» молода компанія, зареєстрована у березні 2021 року, яку можна вважати одним з перших гравців на ринку агротехнологічного full-service, реалізуючи нову аграрну філософію на території України. Власний земельний банк становить 852 га.

Землі господарства розташовані у Хмельницькому районі, Хмельницької області на Велинсько-Подільському плато Лісостепу, висота

якого над рівнем моря в районі сягає близько 320 м. Для розвитку сільського господарства регіону важливим є притока Дністра річка Збруч. Рельєф району хвилястий, розчленований балками.

Район має різноманітний ґрунтовий покрив, що обумовлено неоднорідністю природних умов, насамперед геолого-геоморфологічної будови, умов зволоження та широким спектром рослинного покриву. Ґрунти господарства ТОВ «Агреін» представлені дерново-підзолистими та сірими опідзоленими типами (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Характеристика ґрунтів ТОВ «Агреін»

Тип ґрунту	Площа, га	Механічний склад	Ємкість вбирання, мг екв/100 г	Ступінь насичення основами	pH	Глибина орного шару	Вміст гумусу, см
Дерново-підзолисті	650	Супіщаний	51,3	1,25	6,5	30-40	1,4
Сірі опідзолені	202	Супіщаний	44,46	0,99	5,5	30-40	1,31

Середньорічна багаторічна температура регіону становить +6,9 °С.

середня температура січня – 5,5 °С а липня становить +24,1 °С

Клімат зони помірний континентальний з проявами субтропічного впливу та м'якими нестійкими зимами з частими відлигами. Опади

розподілені в рівномірному порядку, з найбільш вологим періодом у травні-червні, а найсухішим - у січні-лютому. Загалом, клімат області сприяє розвитку різноманітних сільськогосподарських культур.

В області спостерігають повільний режим подачі вологи. В середньому 520-560 мм. Розподіл їх протягом вегетаційного періоду та величина нерівномірний, що призводить до зниження ефективності агротехнічних прийомів для стабільно високого врожаю.

Ці умови середовища сприяють вирощуванню більшості сільськогосподарських рослин, а також рослин, що мають пізній період цвітіння.

Важливо визнати, що за останні кілька років температура взимку сильно коливалася, що призвело до розвитку зим без снігу через відсутність опадів. Внаслідок цього заморозки можуть завдати шкоди посівам через промерзання ґрунту взимку на глибину сучка. Через різну температуру та режим опадів у вигляді снігу чи дощу в зимовий період існує ймовірність утворення льодової кірки, що може призвести до загибелі посівів.

Ґрунт промерзає в другій-третьій декаді листопада. Відтавання починається в другій і зазвичай завершується в третій декаді березня. У цей момент ґрунт найбільше поливається. Проте взимку, коли немає значного снігу, виникає проблема достатньої вологи в ґрунті, оскільки волога, яка просочується в глибші шари, призводить до висихання ґрунту на поверхні.

Весняних опадів у цих умовах недостатньо для покриття необхідної кількості вологи.

Високі температури влітку часто спричиняють загибель сільськогосподарських рослин, які знаходяться поблизу підземних вод. Крім того, річна кількість опадів нерівномірна і в останні роки зменшилася, що іноді призводить до нестачі вологи. Відносна вологість повітря взимку досить висока і може досягати 90%. У липні відносна вологість становить від 60 до 65 відсотків. Кількість днів з посухостійкою погодою становить приблизно 15-20 днів.

В середньому вітри за рік виведені із західних і північно-західних областей. З листопада по квітень, крім січня, найбільш поширений південно-східний тип вітру. Для травня-вересня характерні вітри північно-західного напрямку, а для січня-жовтня характерні південно-західні та західні вітри.

Глибина ґрунтових вод приблизно 6 метрів. Деякі ділянки мають глибину вдвічі меншу. На території відсутні природні озера та річки, тому водний режим ґрунту визначається переважно опадами та підземними водами.

Таблиця 2.3

Кліматичні умови в період проведення дослідів та середні багаторічні

Характеристика		IV	V	VI	VII	VIII	IX	Річна
Середня місячна температура повітря, °С	багаторічна	7,2	14,2	17,7	19,8	18,1	11,9	6,9
	2022 рік	6,5	13,2	19,5	21,7	19,5	10,1	—
	відхилення	-0,7	-1	1,8	1,9	1,4	-1,8	—
Місячна кількість опадів, мм	багаторічна	45,1	59,1	65,9	75,1	71,2	48,1	630
	2023 рік	48,3	61,4	64,1	67,4	64,5	54,4	—
	відхилення	3,2	2,3	-1,8	-7,7	-6,7	6,3	—

Клімат протягом періоду досліджень був сприятливим для росту та розвитку рослин кукурудзи, враховуючи основний фактор у швидкості проростання насіння, температуру ґрунту в 10-сантиметровому шарі.

При типовій добовій температурі близько 14°C сходи з'являються через 20 днів після посадки, при температурі 15°C — через 10 днів. При 20°C через 6-7 днів. Досвід показує, що найефективніше починати сівбу кукурудзи при типовій добовій температурі +13 градусів за Цельсієм (табл. 2.).

При швидкому підвищенні температури це спричинить появу сходів через 11-12 днів. Рік характеризувався значною кількістю опадів та їх мінливістю, яка протягом вегетаційного періоду була вищою за середньорічну (крім серпня).

У травні, липні та вересні спостерігалася подвійна місячна норма, а потім нерівномірний розподіл, тому були дні, протягом яких місячна норма опадів зменшувалася. У періоди високого росту рослин кукурудзу зазвичай вирощують у критичних ситуаціях. Температура повітря протягом досліджуваного періоду була нижчою від середньої у квітні, травні, вересні та вищою від багаторічних значень у червні, липні, серпня.

РОЗДІЛ ІІІ. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1. Динаміка росту та розвитку рослин кукурудзи в залежності від досліджуваних добрив

Як зазначено в літературі протягом першого місяця після того, як насіння кукурудза буде рости повільно і досягне висоти лише 20-25. Однак після розвитку семи-восьми листків і створення суцвіття вона швидко збільшується в розмірах за умови догляду за рослиною протягом усього сезону. 38 найбільше задовольняється аспектами життя: теплом, світлом, водою та ін компоненти мінерального живлення та ін. Додатково всі фактори зовнішнє середовище має комплексний вплив на поведінку [46].

У нашому дослідженні перша частина весни характеризувалася відсутністю вибору. загальна сума активних температур у другій половині квітня температура повітря становила дещо нижчий за середній. Недостатньо Також спека була зафіксована в третій декаді місяця в 10,5 С, це не було рідкістю. Може Також середньодобова температура повітря виявилася прохолодною. 14,1 градусів Цельсія при типовій температурі 16 градусів Цельсія.

Ця кліматична система має негативний температурний режим. вплинуло на ріст і розвиток рослин кукурудзи. З моменту посадки тривалий час не мали лінійного зростання висоти, були світло-зеленого кольору. Процес забарвлення був загальмований і більшість барвного матеріалу не вироблялася. Початок Період інтенсивного росту і розвитку почався в третій декаді травня, коли вони спалахнули. значна кількість опадів - 65,3 мм, при типовому значенні 46 мм разом з найкращим діапазон температур цього місяця.

Правда, з вигідною температурою Режим активний у червневий ранок. З того, що спостерігається, можна зробити висновок, що Утворення листя кукурудзи у травні гальмувалося за нижчої температури. температурний

діапазон і мати достатній і відповідний рівень вологості ґрунту, у червні – це відбулося при підвищених температурах у третій декаді місяця. Використання мінеральних солей з додаванням мікрокомпонентів, позитивно впливав на ріст рослин на початкових етапах розвитку.

Таблиця 3.1.

Тривалість міжфазних періодів розвитку кукурудзи залежно від рівня мінерального живлення

№	Варіант досліду	Тривалість періодів, діб			
		Сход и- вітінн я золоті	цвітін ня золоте й- олочн й стан зерна	моло чний стан- повна тигліс ть зерна	Сход и- повна тигліс ть зерна
1	Фон: N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ (під культивуацію) - контроль	60	16	31	110
2	Фон + Diya-мікро цинк (у фазу 3-4 листків)	61	17	31	111
3	Фон + Diya-мікро цинк + Штілвет супер (у фазу 3-4 листків)	62	18	32	112
4	Фон + Diya-мікро цинк - кг/га (у фазу 6-8 листків)	63	18	32	113
5	Фон + Diya-мікро цинк + Штілвет супер - кг/га (у фазу 6-8 листків)	64	20	32	115

3.2. Формування асиміляційної поверхні та фотосинтетична діяльність рослин кукурудзи залежно від рівня мінерального живлення

Збільшення розмірів поверхні листка і тривалість його життя в першу чергу є похідними від генетичний склад гібридів та умови їх росту. Завдяки впровадженню технологічних інновацій, зокрема у вигляді добрив [6, 37]. Добрива істотно впливають на всі суттєві показники розвитку зростання рослин кукурудзи, включаючи максимальну висоту, яку вони

можуть досягти повноцінний нижній качан, це основний компонент, який відрізняється використання сільськогосподарської техніки для збирання та обробки кукурудзи. Природа вплив на форму морфологічних ознак кукурудзи залежить від складу комплексу зовнішні тригери: погода, вологість посівів, PAR взаємодія [48]. Документально підтверджено вплив умов мінерального живлення на зріст. Зрештою, висота рослин є мірою, за якою розпізнаються найкорисніші гібриди, відібрані за ступенем урожайності, пов'язаної з умовами степу. України. Ймовірно, це викликано тим, що у високих рослин, як правило, площа поверхні листа більша, як наслідок, він частіше використовується сонячної енергії та більшої кількості світла, доступного для нижньої зони, це має цінність умови недостатнього поливу [49].

Таблиця 3.2

Динаміка функціонування листків кукурудзи залежно від рівня мінерального живлення, шт./рослину

№	Варіанти дослідів	Періоди обліків			
		26.V-1.VI	15-24.VI	5-14.VII	25.VII-3.VIII
1	Фон: N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ (під культивуацію) - контроль	6,2	11,1	11,7	10,3
2	Фон + Diya-мікро цинк (у фазу 3-4 листків)	6,5	11,3	12,4	11,3
3	Фон + Diya-мікро цинк + Штілвет супер (у фазу 3-4 листків)	6,6	11,4	12,5	11,4
4	Фон + Diya-мікро цинк - кг/га (у фазу 6-8 листків)	6,7	11,5	12,7	11,5
5	Фон + Diya-мікро цинк + Штілвет супер - кг/га (у фазу 6-8 листків)	6,9	11,7	12,9	11,8

Максимальний розмір листової поверхні у рослин досягається у фазі вигнання волоті [50]. На наступних етапах розвитку площа листка поступово зменшується внаслідок всихання нижніх листків і випадання нижніх листків. Найвигіднішою є агроекологічна позиція, за якої на 1 метр² поверхні ґрунту

припадає 4-5 м² площі листкової поверхні [50]. За цих умов найактивніше сонячне випромінювання, яке фотосинтезується, максимально поглинатиметься пігментами рослини, що призведе до утворення органічних речовин (продуктів фотосинтезу).

У цьому випадку ґрунт повністю вкритий листям, що призводить до прогнозованого покриття 100%. У зв'язку з цим важливо досягти мети мати добре розвинений листовий апарат до того часу, коли рослини кукурудзи досягнуть стадії утворення стулок, рослини вже добре розвинені. За сприятливих умов мінерального складу і вологості асиміляційна поверхня створюється швидше і збільшується розмір площі, а інтенсивність фотосинтезу значно зростає.

Таблиця 3.3

Показники росту і розвитку рослин кукурудзи залежно від рівня мінерального живлення (фаза цвітіння)

№	Варіанти дослідів	Висота рослин, см	Кількість листків на 1 рослині, шт	Площа листя 1 рослини, дм ²
1	Фон: N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ (під культивуацію) - контроль	190	15	44,2
2	Фон + Diya-мікро цинк (у фазу 3-4 листків)	201	17	48,5
3	Фон + Diya-мікро цинк + Штілвет супер (у фазу 3-4 листків)	204	17	47,3
4	Фон + Diya-мікро цинк - кг/га (у фазу 6-8 листків)	215	19	47,6
5	Фон + Diya-мікро цинк + Штілвет супер - кг/га (у фазу 6-8 листків)	234	21	50,1

З даних таблиці 3.3, можна зробити висновки, що варіанти, де

використовувався Diya-мікро цинк (№2, №3, №4, №5), мають вищу висоту рослин порівняно з контрольним варіантом (№1).

Найбільше збільшення висоти рослин зафіксовано в варіанті, де Diya-мікро цинк застосовується у фазу 6-8 листків (група №4 та №5).

Застосування Diya-мікро цинку у фазу 3-4 листків (варіант №2 та №3) та у фазу 6-8 листків (варіант №4 та №5) позитивно впливає на кількість листків на рослині. Максимальна кількість листків зафіксована в варіанті №5, де Diya-мікро цинк застосовується у фазу 6-8 листків.

Варіанти, де використовувався Diya-мікро цинк, мають більшу площу листя на рослину порівняно з контрольною групою

Найвища площа листя зафіксована в варіанті №5, де Diya-мікро цинк застосовується у фазу 6-8 листків разом із Штілвет супер.

Відсоткові відхилення висоти рослин в порівнянні з контрольним варіантом (№1)

- Варіант №2: $\approx 5.79\%$
- Варіант №3: $\approx 7.37\%$
- Варіант №4: $\approx 13.16\%$
- Варіант №5: $\approx 23.16\%$

Відсоткові відхилення кількості листків на одній рослині в порівнянні з контрольним варіантом (№1):

- Варіант №2: $\approx 13.33\%$
- Варіант №3: $\approx 13.33\%$
- Варіант №4: $\approx 26.67\%$
- Варіант №5: $\approx 40.00\%$

Отже, можна зазначити, що в порівнянні з контрольним варіантом, кількість листків на рослинах в інших групах збільшилася, при цьому варіант №5 має найбільше відхилення в кількості листків.

Відсоткові відхилення площі листя на одній рослині в порівнянні з контрольним варіантом (№1):

- Варіант №2: $\approx 9.68\%$
- Варіант №3: $\approx 7.01\%$
- Варіант №4: $\approx 7.70\%$
- Варіант №5: $\approx 13.39\%$

Отже, можна вказати, що в порівнянні з контрольною групою площа листя в інших варіантах збільшилася, причому варіант №5 має найбільше відхилення в площі листя.

Знімки стану рослинного покриття за індексом NDVI на полі, свідчать про те, що за внесення препарату Diya-micro цинк + Штілвет супер, рівномірність покриття рослин покращується (рис. 3.1). Під час візуального огляду в дзначали насиченіше забарвлення рослин, порівняно з контрольним варіантом.

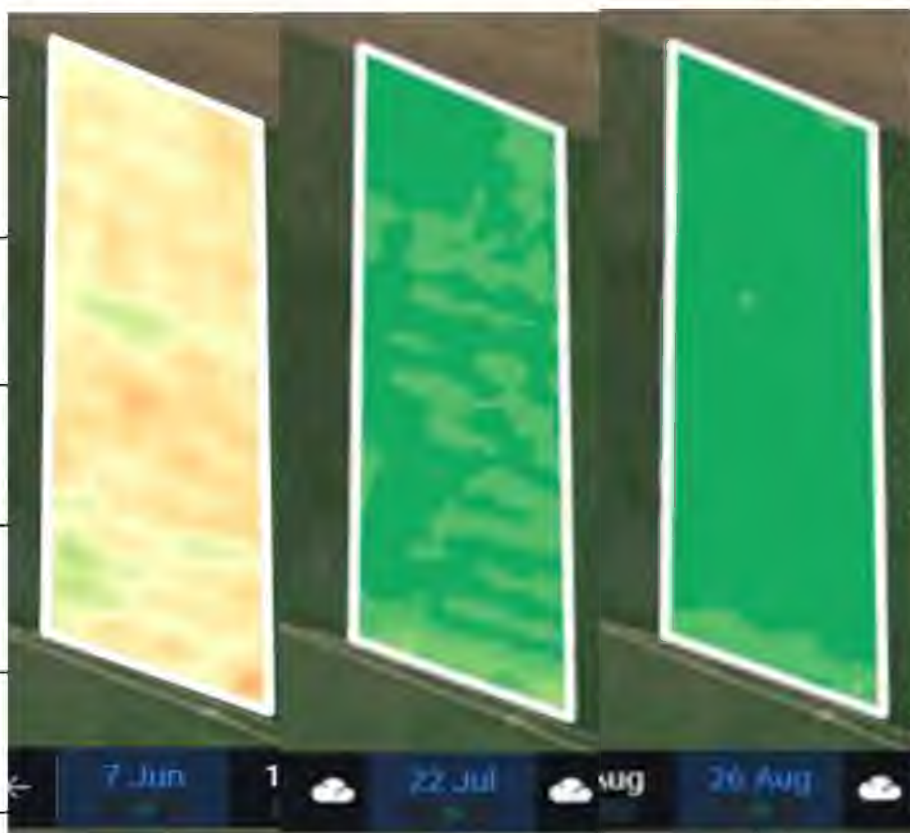


Рис. 3.1 Знімки стану рослинного покриття за індексом NDVI на полі.

Знімки були зроблені за допомогою сервісу EOSDA Crop Monitoring — це передова супутникова платформа точного землеробства для учасників аграрного сектора.

NDVI культури або рослини, що регулярно вимірюється протягом певного проміжку часу, може багато розповісти про зміни в їхньому стані здоров'я. Вегетаційний індекс NDVI часто використовують для дистанційної оцінки здоров'я рослин.

3.3. Врожайність зерна кукурудзи в залежності від досліджуваних агроприйомів

Негативний вплив на розвиток рослин мали несприятливі погодні умови другої половини літа, які характеризувались високими температурами та відсутністю опадів у період цвітіння або після нього. У нашому дослідженні аналізувався стан фізіології посівів, слід зазначити, що спека призводила до некрозу листків, стерильності пилку, раннього всихання листків та інших проблем. Одним із методів зменшення стресових умов для рослин є додавання мікроелементів [32].

Отримані дані по врожайності були значущими і показали, що поживність мінеральних речовин впливає на продуктивність кукурудзи, реакція на підгодівлю в сезон росту є значною і призводить до підвищення продуктивності. Найбільш суттєвими наслідками сильної посухи є поява безплідних рослин і зниження показників структури врожаю (затримка звільнення тари, зниження відсотка запилених сходів і зерна в качанах), а основним є наслідки тепла є сажніми. Низькі температури або високі світлотемпературні показники в період закладки репродуктивних органів можуть спричинити загибель зародка в качані. Поява множинних качанів також може бути викликана стресом, спричиненим погодою, низькими або високими температурами або посухою [42, 43].

На основі отриманих даних можна висунути висновок, що поєднання Diya-micro цинку та Штільвет супер, під час позакореневого живлення позитивно впливає на продуктивність рослин кукурудзи. Використання цих елементів дозволяє забезпечити рослини необхідними живильними речовинами у відповідальних фазах їх росту, що призводить до підвищення продуктивності та якості вирощених рослин.

Отже, правильна комбінація макро- та мікроелементів, подана у відповідних фазах росту рослин, є ключовим фактором для досягнення високої продуктивності та якості у вирощенні кукурудзи.

Таблиця 3.4

Врожайність зерна кукурудзи в досліді

НУБІП УКРАЇНИ

№	Варіант досліді	Врожайність, т/га	Відхилення від контролю	
			т/га	%
1	Фон: N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ (під культивуацію) - контроль	6,54	-	-
2	Фон + Diya-мікро цинк (у фазу 3-4 листків)	6,96	+0,42	6,42
3	Фон + Diya-мікро цинк + Штілвет супер (у фазу 3-4 листків)	7,12	+0,58	8,33
4	Фон + Diya-мікро цинк - кг/га (у фазу 6-8 листків)	7,13	+0,59	8,29
5	Фон + Diya-мікро цинк + Штілвет супер - кг/га (у фазу 6-8 листків)	7,41	+0,87	12,20

Розглянемо дані щодо врожайності для кожного варіанту досліді:

Варіант №1 Фон: N₃₀P₃₀K₃₀ (під культивуацію) - контроль:

- Врожайність: 6,54 т/га

Варіант №2 Фон + Diya-мікро цинк (у фазу 3-4 листків):

- Врожайність: 6,96 т/га
- Відхилення від контролю: +0,42 т/га (приблизно +6.42%)

Варіант №3 Фон + Diya-мікро цинк + Штілвет супер (у фазу 3-4 листків):

- Врожайність: 7,12 т/га
- Відхилення від контролю: +0,58 т/га (приблизно +8.33%)

Варіант №4 Фон + Diya-мікро цинк - кг/га (у фазу 6-8 листків):

Таблиця 3.5

Вплив добрив на структуру врожаю кукурудзи

№	Варіанти дослідів	Маса 10 рослин, кг					Відношення вег.орг./ качан	Маса 1000 зерен, г
		рослин	кочанів	обгорток	листя	стебел		
1	Фон: N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ (під культивуацію) - контроль	4,89	2,45	0,44	0,80	1,81	1,36	254
2	Фон + Diya-мікро цинк (у фазу 3-4 листків)	5,16	2,84	0,45	0,93	1,92	1,12	256
3	Фон + Diya-мікро цинк + Штільвет супер (у фазу 3-4 листків)	5,43	3,01	0,49	1,07	1,98	1,67	259
4	Фон + Diya-мікро цинк - кг/га (у фазу 6-8 листків)	5,70	3,12	0,50	1,12	2,22	1,60	260
5	Фон + Diya-мікро цинк + Штільвет супер - кг/га (у фазу 6-8 листків)	6,01	3,34	0,52	1,14	2,36	1,28	263

Визначення маси 1000 зерен мало чіткий позитивний вплив на поживність рослини. Залежно від удобрення додаткова маса 4-30 г є значною.

Можна сказати, що добрива мають значний вплив на синтетичні процеси в рослинах кукурудзи.

На рослини кукурудзи впливає збільшення мінерального живлення, посилюється ріст листової поверхні, збільшується накопичення зеленої речовини і, як наслідок, позитивна структура культурних рослин. Створення умов, що сприяють росту і розвитку рослин кукурудзи, є основою для створення високого врожаю цієї рослини. Зокрема, склад рослини та поживний склад ґрунту опосередковано впливають на показники якості (хімічні та структурні) зерна кукурудзи.

Склад і активність хлорофілу, комплекс амінокислот в рослинах, створення простих вуглеводів, все це підтримується дією. Крім того, «процедура фотосинтезу» і спосіб метаболізму складних вуглеводів в організмі рослини, зокрема «жирів, білків і складних вуглеводів» [35].

Важливим фактором є кількість доступних рослин, яка залежить від частоти внесення добрив.

Виходячи з даних таблиці 3.5, можна зазначити, що внесення Diya-мікро цинку та Штілвет супер в різні фази росту рослин призвело до зростання як маси 10 рослин, так і кількості качанів кукурудзи. Максимальні значення спостерігаються в групі №5, де Diya-мікро цинк та Штілвет супер використовувалися у фазу 6-8 листків.

Відсоткові відхилення для маси 10 рослин в порівнянні з контрольним варіантом (№1):

- Варіант №2: $\approx 5.52\%$
- Варіант №3: $\approx 11.04\%$
- Варіант №4: $\approx 16.51\%$
- Варіант №5: $\approx 22.83\%$

Отже, можна побачити, що внесення Diya-мікро цинку та Штілвет супер в різні фази росту рослин призвело до позитивного впливу на масу 10 рослин кукурудзи. Найвище відхилення виявлено в варіанті №5, де Diya-мікро цинк та Штілвет супер використовувалися у фазу 6-8 листків.

Відсоткові відхилення для маси 1000 зерен в порівнянні з ним варіантом (№1):

- Варіант №2: $\approx 0.79\%$
- Варіант №3: $\approx 1.97\%$
- Варіант №4: $\approx 2.36\%$
- Варіант №5: $\approx 3.54\%$

Найвище відхилення виявлено у варіанті №5, де Diya-мікро цинк та Штілвет супер використовувалися у фазу 6-8 листків.

РОЗДІЛ IV, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАКЛАДЕНОГО ДОСЛІДУ

Сьогодні сільгоспвиробники постійно шукають нові шляхи зниження витрат на виробництво своєї продукції, їхня мета – зменшити витрати на одиницю площі та збільшити прибуток з одиниці площі за рахунок новітніх методів. Основним показником економічної ефективності виробництва сільськогосподарської продукції є рентабельність і окупність витрат на її виробництво. У результаті досягається максимальна економічна ефективність сільськогосподарського виробництва за рахунок отримання якомога більшого врожаю з кожного гектара землі при найменших грошових і матеріальних витратах на виробництво одиниці продукції [56, 59].

За результатами розрахунків економічної ефективності, представленими у таблиці 4.1, було встановлено, що найвищий рівень рентабельності досягнуто на досліді №5, де використовувалися додаткові елементи підживлення відповідно до схеми Фос + Біуа-місто цинк + Штілвет супер - кг/га (у фазу 6-8 листків). Ці результати свідчать про високий економічний ефект від впровадження позакореневого підживлення на посівах кукурудзи.

Такий позитивний ефект не обмежується лише збільшенням врожайності культури, він також виявляє вплив на ключові економічні показники, які є основоположними критеріями ефективності будь-якої сільськогосподарської технології. Зокрема, використання позакореневого підживлення сприяло підвищенню умовно-чистого прибутку та оптимізації вартості приросту врожаю.

Ці результати свідчать не лише про важливість вибору правильного підходу до підживлення культур, але й підтверджують перспективи використання даної технології для підвищення продуктивності сільськогосподарських угідь.

Таблиця 4.1.

Економічна ефективність закладеного дослідження

№	Варіанти дослідження	Врожай, т/га	Приріст до контролю, т/га	Вартість приросту врожаю, грн/га	Затрати, грн/га	Умовно- чистий прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %
1	Фон: N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ (під культивуацію) - контроль	6,54	-	-	-	-	-
2	Фон + Diya-мікро цинк (у фазу 3-4 листків)	6,96	0,42	3 822,00	3 650,00	172,00	4,50
3	Фон + Diya-мікро цинк + Штілвет супер (у фазу 3-4 листків)	7,12	0,58	5 278,00	4 869,00	409,00	7,74
4	Фон + Diya-мікро цинк - кг/га (у фазу 6-8 листків)	7,13	0,59	5 369,00	4 902,00	467,00	8,69
5	Фон + Diya-мікро цинк + Штілвет супер - кг/га (у фазу 6-8 листків)	7,41	0,87	7 917,00	6 582,00	1 335,00	16,86

Усі варіанти досліду показали підвищення врожайності порівняно з контрольною групою. Варіант №5 (застосування Diya-місго цинк та Штілвет супер у фазу 6-8 листків) показала найвищий приріст

Умовно-чистий прибуток збільшився у всіх варіантах досліду, що свідчить про ефективність використання позакореневого підживлення. Варіант №5 також вирізняється найвищим умовно-чистим прибутком. Умовно-чистий прибуток вказує на суму, яка залишається після врахування всіх витрат і доходів, пов'язаних з вирощуванням кукурудзи на різних ділянках. Варіант №5, де використовувались Diya-місго цинк та Штілвет супер у фазу 6-8 листків, виявляється найбільш прибутковою серед розглянутих варіантів.

Рентабельність у всіх варіантах досліду вища, ніж у контрольній групі. Варіант №5 має найвищий рівень рентабельності, що підтверджує високу ефективність застосування Diya-місго цинку та Штілвет супер у фазу 6-8 листків.

Застосування Diya-місго цинку та Штілвет супер в фазу 6-8 листків (варіант №5) демонструє вищий вплив на урожайність та економічні показники.

Загалом, варіанти досліду з застосуванням елементів підживлення у фазу 6-8 листків (варіанти №4 та №5) показали суттєвий приріст врожаю та умовно-чистого прибутку порівняно з фазою 3-4 листків.

Отже, можна визначити, що позакореневе підживлення з використанням Diya-місго цинку та Штілвет супер сприяє підвищенню врожайності та економічної ефективності вирощування кукурудзи, особливо при застосуванні в фазу 6-8 листків.

Незважаючи на затрати 6582,00 грн/га, дослід №5 Фон + Diya-місго цинк + Штілвет супер - кг/га (у фазу 6-8 листків) показав вартість приросту врожаю 7 917,00 грн/га. Що дає нам умовно-чистий прибуток у розмірі 1 335,00 грн/га. Тобто приріст рівня рентабельності порівняно з контролем 16,86%, що у фізичній масі 0,87 т/га.

НУБІП | УКРАЇНИ

ВИСНОВКИ

На основі результатів досліджень і спостережень можна зробити наступні зауваження та пропозиції. Виявлено, що висота рослин залежить як від фону мінерального живлення, так і від погоди.

В умовах постійних змін на ринку та нестабільності цін на сільськогосподарські ресурси, важливо вдосконалювати методи вирощування культур для отримання максимального врожаю та оптимізації витрат. Досягнення оптимального балансу між високою продуктивністю та ефективністю використання ресурсів стає завданням першочергового значення для сучасного сільськогосподарського виробництва.

Дослідження у сфері позакореневого живлення, зокрема використання ад'ювантів, визначається як перспективний напрямок для підвищення ефективності внесення добрив та підживлень. Ад'юванти відіграють важливу роль у підвищенні проникнення та розподілу добрив по рослині, забезпечуючи оптимальне використання кожного компонента. Це не тільки сприяє ефективному використанню ресурсів, але й допомагає зменшити негативний вплив на навколишнє середовище.

З урахуванням постійного поповнення ринку сільськогосподарських препаратів, дослідження та впровадження новітніх ад'ювантів стає важливою частиною стратегії оптимізації технологій вирощування.

Аналізуючи дані дослідження, можна відзначити, що впровадження Diya-micro цинку та Штілвет супер на різних етапах росту рослин призвело до значного збільшення як маси рослин, так і кількості качанів кукурудзи.

Найкращі результати спостерігаються в варіанті №5, де Diya-micro цинк та Штілвет супер застосовувалися на етапі від 6-8 листків.

Це свідчить про те, що правильно підібране позакореневе живлення сприяє значному підвищенню росту та розвитку рослин, що в свою чергу призводить до формування більшої кількості качанів та збільшення маси

рослин. Зокрема, варіант №5, де використання Diya-micro цинку та Штілвет супер відбувалося на більш пізньому етапі росту, продемонструвала максимальні показники цих параметрів.

Дані вказують на важливість управління живленням рослин у конкретний період їхнього розвитку, щоб досягти максимального врожаю та оптимальної продуктивності. Такий підхід може виявитися ключовим для покращення агрономічних результатів та підвищення рентабельності вирощування кукурудзи.

В результаті досліджень було з'ясовано, що позакореневе підживлення Diya-micro цинк + Штілвет супер які вносили у фазу 6 – 8 листків кукурудзи забезпечувало позитивний ефект. Результати від застосування цього комплексу забезпечили підвищення врожайності на 12,2 %, порівняно з контролем, де добрива вносилися лише під основний обробіток ґрунту. Врожай у контрольному варіанті склав 6,54 т/га. Найвищий приріст врожайності порівняно з контролем (+0,87 т/га) спостерігали у варіанті 5: Фон + Diya-micro цинк + Штілвет супер - кг/га (у фазу 6 – 8 листків) – 7,41 т/га.

Отже, проведені дослідження підтверджують важливість позакореневого внесення мікродобрив, що набуває особливого значення у критичні періоди росту та розвитку рослин кукурудзи. Важливо відмітити, що саме внесення комплексу добрив та оргіносіліконового ад'юванту забезпечило максимальне збільшення врожаю зерна кукурудзи, порівняно з унесенням мікродобрив без ад'юванту. Тому, за умови фоліарного внесення як добрив так і ЗЗР, для підвищення врожайності с.-г. культур та зростання економічної ефективності рекомендовано застосовувати їх комплексно із ад'ювантами.

РЕКОМЕНДАЦІ ВИРОБНИЦТВУ

У контексті виробництва, де ціни на добрива та засоби захисту рослин постійно зростають, фахівці в галузі аграрного виробництва все більше

акцентують увагу на ретельному розрахунку витрат у технологічному процесі вирощування сільськогосподарських культур. Кожна агротехнологічна операція

має бути оптимізованою, включаючи внесення добрив та догляд за рослинами.

Сучасні допоміжні агрохімічні препарати, зокрема ад'юванти, націлені на забезпечення ефективного засвоєння поживних речовин добривами культурними рослинами, що призводить до значного зниження витрат на їх використання.

В результаті досліджень було з'ясовано, що показники росту і розвитку рослин кукурудзи №5 Фон + Diya-мікро цинк + Штілвет супер - кг/га (у фазу 6-8 листків) порівняно до контролю зросли на 23%, площа листка збільшена на 14%.

Маса 1000 зерен, дослід №5 Фон + Diya-мікро цинк + Штілвет супер - кг/га (при внесенні у фазу 6-8 листків) порівняно до контролю зросла на 4%.

Застосування цього комплексу призвело до збільшення врожайності на 12.2%, у порівнянні з контрольною групою, де добрива вносилися тільки під час основного обробітку ґрунту.

Приріст рентабельності в порівнянні з контрольною групою склав 16,86%, що відповідає фізичній масі у 0,87 т/га.

Господарству рекомендовано використовувати ад'ювант Штілвет супер в системі фоліарного живлення кукурудзи.

НУБІП України

НУБІП України

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ

1. Chen, X., Chen, G., Chen, L., Chen, Y., Lehmann, J., McBride, M. B., & Hay, A. G. Adsorption of copper and zinc by biochars produced from pyrolysis of hardwood and corn straw in aqueous solution. *Bioresource technology*. 2011. 102(19), 8877-8884.
2. Foy, C. L. Adjuvants—current trends and technology. In *Pesticide formulation and adjuvant technology*. 2018. (pp. 323-352). CRC Press
3. Görlach, B. M., Henningsen, J. N., Mackens, J. T., & Mühlhng, K. H. Evaluation of maize growth following early season foliar p supply of various fertilizer formulations and in relation to nutritional status. *Agronomy*. 2021. 11(4), 727.
4. Li, C., Zhang, L., Gao, Y., & Li, A. Facile synthesis of nano ZnO/ZnS modified biochar by directly pyrolyzing of zinc contaminated corn stover for Pb (II), Cu (II) and Cr (VI) removals. *Waste Management*. 2018. 79, 625-637.
5. Mousavi, S. R., Galavi, M., & Rezaei, M. Zinc (Zn) importance for crop production a review. *International Journal of Agronomy and Plant Production*. 2013. 4(1), 64-68.
6. Rosen, J. A., Pike, C. S., & Golden, M. L. Zinc, iron, and chlorophyll metabolism in zinc-toxic corn. *Plant Physiology*. 2013. 59(6). 1085-1087.
7. Osterholz, W. R., Grabber, J. H., & Renz, M. J. Adjuvants for prohexadione-calcium applied to alfalfa interseeded into corn. *Agronomy Journal*. 2018. 110(6). 2687-2690.
8. Yu, Y., An, Q., Jin, L., Luo, N., Li, Z., & Jiang, J. Unraveling sorption of Cr (VI) from aqueous solution by FeCl₃ and ZnCl₂-modified corn stalks biochar: implicit mechanism and application. *Bioresource technology* 2020. 297, 122466
9. Zhao, L., Peralta-Videa, J. R., Ren, M., Varela-Ramirez, A., Li, C., Hernandez-Viezcas, J. A., ... & Gardea-Torresdey, J. L. Transport of Zn in a sandy

loam soil treated with ZnO NPs and uptake by corn plants: Electron microprobe and confocal microscopy studies. *Chemical Engineering Journal*. 2012. 184, 1-8.

10. Збарський В.К., Мащюра В.І., Чалий А.А., Економіка сільського господарства. Київ: Каравела. 2010. 280 с.

11. Лихочвор В. Система удобрення кукурудзи. *Агробізнес сьогодні*, 2014. № 8. С. 20–24.

12. Господарено Г.М. Удобрення кукурудзи. *Агробізнес сьогодні*. 2015. № 8 (303). С. 30–34.

13. Бомба М., Дудар І., Литвин О. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від площі живлення. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Сер. Агрономія*. 2018. № 17(2). С. 64–67.

14. Величко В.А. Екологія родючості ґрунтів. К.: Аграрна наука. 2010. 274 с.

15. Гаврилюк В.М. Кукурудза в вашому господарстві. К. Світ. 2001. 234 с.

16. Гень С.П. Врожайність зерна кукурудзи залежно від систем удобрення і обробітку ґрунту. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони*. 2011. № 1. С. 117–121.

17. Глушко Г.В. Вплив зрошення та мінеральних добрив на урожайність гібридів кукурудзи в умовах південного Степу України. *Зрошуваче землеробство: Збірник наук. праць*. Херсон: Айлант, 2012. Вип. 57. С. 116–118.

18. Господаренко Г.М. Агрохімія : підручник. К.: СІК ГРУП Україна. 2015. с. 85-95

19. Господаренко Г.М. Агрохімія : підручник. Київ: СІК ГРУП Україна. 2018. 372 с.

20. Господаренко Г.М. Агрохімія : підручник. Київ. ННЦ «ІАЕ». 2010. 406 с.

21. Господаренко Г.М., Прокопчук І.В. Баланс мікроелементів та важких металів за тривалого застосування добрив у польовій сівозміні. *Аграрна наука Західного Полісся*. Збірник наукових праць. Рівне, 2016. С. 116–118.

22. Голубченко В.Ф., Куліджанов Е.В., Капустіна Г.А., Ямкова Н.А. Динаміка вмісту рухомих фосфатів у ґрунтах Одеської області. *Наукові праці. Екологія*. 2012. Вип. 167, Том 169. С. 28–31.

23. Господаренко Г.М., Особливості живлення та удобрення кукурудзи. Система застосування добрив: навч. посіб. К.: СІК ГРУПП, 2017 - с. 201-220.

24. Городній М.М., Мельничук С.Д., Гончар О.М. та ін. Прикладна біохімія та управління якістю продукції рослинництва: підручник. Київ: Арістей, 2006. 484 с.

25. Городній М.М., Бикін А.В., Сердюк А.Г. та ін. Агрохімічний аналіз: підручник. К.: Арістей 2007. 624 с.

26. Господаренко Г.М. Основи інтегрованого застосування добрив. К. Нічлава. 2002. 344 с.

27. Господаренко Г.М., Нікітіна О.В., Прокопчук І.В. Еколого-економічне обґрунтування рівня та системи удобрення в польовій сівозміні. Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми сучасної аграрної науки». Умань: Візаві. 2016. С. 36–38.

28. Гож, О.А., Марченко, Т.Ю., Когов, Б.С. Вплив комплексних мікродобрив на основні біометричних параметрів гібридів кукурудзи. «Біологічні дослідження»: збірник наукових праць V Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів. 2014. С. 28–31.

29. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: підручник. К.: Каравела. 2011. 384 с.

30. Грабовський М.Б. Удобрення кукурудзи: на часі економія // *The Ukrainian Farmer*. 2016. № 1. URL: <http://www.agrotimes.net>.

31. Дем'янчук О.П. Продуктивність та кормова цінність різностиглих гібридів кукурудзи залежно від строку сівби і позакореневого підживлення в умовах Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: 06.01.12 / О.П. Дем'янчук ; Вінницький держ. аграр. ун-т. Вінниця. 2006. 19 с.

32. Дробітько А.В., Нікончук Н. В. Структура рослин та урожайність кукурудзи залежно від способу сівби і густоти рослин // Наукові праці. 2014. Вип. 138. Т. 150. С. 15–17.

33. Дробітько А.В., Нікончук Н.В. Структура рослин та урожайність кукурудзи залежно від способу сівби і густоти рослин // Наукові праці. 2011. С. 15–17.

34. Зайцев О., Ковальов В. Розширення площ вирощування зернової кукурудзи в Україні – нагальна потреба сьогоdnішнього дня // Пропозиція. 2019. № 11. С. 53.

35. Зінченко О.І. Рослиництво: навчальний посібник. К.: Аграрна освіта, 2001. 591 с.

36. Кавецький О., Ісичко О. Перспективність використання ранньостиглих гібридів кукурудзи. Пропозиція, 2005. № 1. С. 54–55.

37. Каленська С.М. Рослиництво / підручник. – К.: ЦП «Компринт», - 2017. 620 с.

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

39. Підпригора А.І. Удобрення польових культур та ефективність добрив. К. 2015. 146 с.

40. Крамарев С. М. Удобрение кукурузы на черноземах обыкновенных степной зоны Украины. Днепропетровск: Новая идеология, 2010. 632 с.

41. Управління живленням сільськогосподарських культур в умовах погодно-кліматичних флуктуацій: монографія // Мірошніченко М. М., та ін. К.: Аграрна наука, 2022. 160 с.

42. Ефективність позакореневого підживлення кукурудзи мікроелементними препаратами сумісно з азотним мінеральним добривом [В. С. Циков, М. І. Дудка, О. М. Шевченко та ін.]. Бюл. Ін-ту сід. Госп-ва степ. зони НААН України Дніпро: Нова ідеологія, 2016. № 11. С. 23-27.

43. Каленська С.М., Рослинництво : підручник / С.М. Каленська, О.Я. Шевчук, М.Я. Дмитришак, О.М. Козяр, Г.І. Демидась; За редакцією О.Я. Шевчука. К.: НАУ, 2005. 502 с.

44. Петриченко В.П. Рідкі азотні добрива на кукурудзі - основа стабільних врожаїв *Агроном*, 2019, № 7. С. 31-34.

45. Мірошніченко М. Мікродобрива: поради науковців. *Пропозиція*. 2015. № 3. С.72-73.

46. Циков В.С. Прогресивная технология выращивания кукурузы. К.: Урожай, 2008. 192 с.

47. Циков В.С. Кукуруза: технология, гибриды, семена. Днепропетровск. Зоря. 2003. 296 с.

48. Лихочвор В.В. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур : навчальний посібник. Львів: Українські технології, 2006. 370 с.

49. Пащенко Ю. М. Ефективність застосування комплексних мікро- та макро добрив в технології вирощування кукурудзи. Гуминовые кислоты и фитогормоны в растениеводстве : сб. материалов междунар. конф. Киев : Экспоцентр Украины, 2007. С. 16-18. 64

50. Єрмакова Л. М. Врожайність кукурудзи залежно від удобрення та гібриду на темно-сірих опідзолених ґрунтах. Вісн. Полтав. держ. аграр. акад. 2016. № 4. С. 63-65.

51. Шевченко Н. В. Врожайність зерна кукурудзи залежно від обробки насіння та позакореневих підживлень. Наукові доповіді НУБіП України. 2018. Вип. 3 (73). [Електронний ресурс] - режим доступу. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/10820/9463>.

52. Шпаар Д., Гінапп К., Каленська С. Кукурудза. Київ: Альфаставія ЛТД, 2009. 396 с.

53. Купчик В.І., Іваніна В.В., Шестеров Г.І. та ін. Ґрунти України : навчальний посібник. К.: Кондор, 2007. 414 с.

54. Кукурудза UNI3410/EXPM013 (ФАО 290). [Електронний ресурс] - режим доступу. URL: <https://superagronom.com/nasinnya-kyukurudza/expm-013-18014-id18015>

55. Саблук П. Т. Технології та нормативи витрати на вирощування зернових культур / за ред. П. Т. Саблука, Д. І. Мазоренка. К. : ННЦІАВ, 2009. 756 с.

56. Медведєвський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ: Урожай, 1988. 206 с.

57. Що таке ад'юванти і для чого їх використовують. [Електронний ресурс] - режим доступу. URL: <https://www.syngenta.ua/korysta-agronomichna-informaciya/zahyst-gorodu-sadu-gazonu/shcho-take-adyuvanty-i-dlya-chogo-yih>

58. Polyether Organosilicon. [Електронний ресурс] – режим доступу: URL: <https://www.oasisagro.com/product/303.html>

59. Економіка виробництва зерна (з основами організації і технології виробництва): монографія / В. І. Бойко, Є. М. Лебідь, В. С. Рибка [та ін.]; за ред. В. І. Бойка. К.: ННЦ ІАЕ, 2008. 400 с.

НУБІП України