

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Агрономічний факультет
Спеціальність 201 «Агрономія»
Освітньо-професійна програма «Агрономія»

«Допускається до захисту»
Завідувач кафедри загального
землеробства та ґрунтознавства
к.с.-г.н., доцент Олександр МИЦІК

“ _____ ” _____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ «МАГІСТР» НА ТЕМУ:
ОПТИМІЗАЦІЯ ЗАСТОСУВАННЯ ХЕЛАТНИХ ЦИНКОВИХ ТА
МІДНИХ ДОБРИВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ В
УМОВАХ ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ
АГРОПРОМИСЛОВЕ ПІДПРИЄМСТВО «АГРОЛЕНД»
НОВОМОСКОВСЬКОГО РАЙОНУ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Здобувач вищої освіти: _____ Микита КОМАРОВ

Керівник кваліфікаційної роботи,

доцент _____ Василь ПОЗНЯК

Дніпро 2023

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Агрономічний факультет
Спеціальність 201 - «Агрономія»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри загального
землеробства та ґрунтознавства
к.с.-г.н., доцент Олександр МИЦИК

_____ (підпис)

“ _____ ” _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи здобувачу
другого (магістерського) рівня вищої освіти

Комарова Микити Олександровича

1. *Тема роботи:* Оптимізація застосування хелатних цинкових та мідних добрив при вирощуванні пшениці ярої в умовах товариства з обмеженою відповідальністю агропромислове підприємство «АГРОЛЕНД» Новомосковського району Дніпропетровської області

2. *Термін здачі студентом закінченої роботи:* _____

3. *Вихідні дані до роботи:* _____

4. *Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)*

5. *Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслен)* _____

6. Дата видачі завдання: _____

Керівник
кваліфікаційної роботи _____ Василь ПОЗНЯК
(підпис)

Завдання прийняла до виконання _____ Микита КОМАРОВ
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			

Здобувач _____ Микита КОМАРОВ
(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Василь ПОЗНЯК
(підпис)

Зміст

РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	9
1.1 Мікроелементи в ґрунтах та рослинах	9
1.2 Вплив мікродобрів на продуктивність культурних рослин	13
1.3 Ефективність хелатних форм мікроелементів при вирощуванні сільськогосподарських культур	17
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	30
2.1 Ґрунтові умови	30
2.2. Кліматичні умови	31
2.3. Загальна характеристика господарства	33
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	35
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	38
4.1 Урожайність пшениці ярої при застосуванні хелатних форм цинкових та мідних добрив	38
4.2 Вплив мікродобрів на виживання рослин, висоту та структуру врожаю ярої пшениці	43
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	50
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	54
ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	59

РЕФЕРАТ

Тема кваліфікаційної роботи: Оптимізація застосування хелатних цинкових та мідних добрив при вирощуванні пшениці ярої в умовах товариства з обмеженою відповідальністю агропромислове підприємство «АГРОЛЕНД» Новомосковського району Дніпропетровської області.

Актуальність теми. Пшениця яра демонструє чутливість до мікродобрив, зокрема хелатів цинку і міді. Однак досі невивчено вплив удобрень цих елементів на цю культуру при використанні різних методів обробки насіння та некореневого підживлення на різних етапах росту в різних регіонах. Оптимізація використання хелатних мікродобрив, зокрема хелатів цинку і міді, для пшениці ярої, на основі визначених оптимальних доз і агрохімічних параметрів, дозволить оптимізувати живлення з метою отримання врожаю високої якості.

Мета проведених досліджень полягає в вивченні технології використання хелатних форм цинкових та мідних добрив з метою оптимізації мінерального живлення пшениці ярої. Це дослідження проводиться в умовах агропромислового підприємства ТОВ «АГРОЛЕНД».

Кваліфікаційна робота включає в себе вступ, шість розділів, висновки та рекомендації для виробництва, а також перелік використаних літературних джерел. Загальний обсяг роботи складає 63 сторінки тексту, в якому міститься 10 таблиць та 9 рисунків. Список використаних джерел налічує 50 найменування.

ВСТУП

М'яка яра пшениця вирощується практично по всій земній кулі і входить до найбільш цінних і високоврожайних зернових культур. Її зерно містить велику кількість клейковинних білків та інших цінних речовин, тому широко застосовується для продовольчих цілей; зерно та висівки – висококонцентрований корм для використання у тваринництві.

Зі зростанням застосування макро добрив актуалізується проблема негативного балансу мікроелементів в агроценозах. У ґрунтах часто відчувається нестача їхнього вмісту для культурних рослин [1, 5, 6, 7, 11, 14]. Доведено, що сільськогосподарські культури дають невисокі врожаї при нестачі в ґрунті доступних форм елементів, застосування мікродобрив за таких умов підвищує врожайність та якість рослинницької продукції [8, 18, 22, 24].

За результатами агрохімічного моніторингу чорноземних ґрунтів низький рівень вмісту рухомих форм цинку відмічено на 98,9 % від обстеженої площі, низький та середній рівень рухомих форм міді – на 99,4%. Таким чином, у ґрунтах регіону цинк та мідь є досить дефіцитними елементами.

У рослинах цинк міститься у ферментативних системах, бере участь у синтезі хлорофілу та метаболічних процесах, впливає на фотосинтез, вуглеводний та білковий обмін, плодоношення, формування генеративних органів. Мідь міститься в медьсодержащих білках і ферментах, впливає азотний обмін, грає значної ролі у фотосинтезі, утворення хлорофілу, сприяє стійкості рослин перед несприятливими умовами довкілля: високими і низькими температурами, посухою, ураженням хворобами.

В даний час мікродобрива в основному випускаються та застосовуються у формі хелатів, яка має ряд переваг перед раніше поширеними солями мікроелементів, зокрема сульфатами цинку та міді. Дана хімічна форма добрив технологічніша при застосуванні і краще засвоюється рослинами.

Пшениця яра чуйна на застосування мікродобрив. Але удобрення цієї культури хелатами цинку і міді за її порівняльному застосуванні методами обробки насіння і некореневої підживлення в різні фази росту регіоні не вивчалось. Оптимізація застосування хелатних мікродобрив хелатами цинку та міді пшениці ярої на основі встановлених найбільш ефективних доз та нормативних агрохімічних параметрів дасть можливість оптимізувати живлення з метою отримання високого та якісного врожаю зерна.

Мета досліджень – вивчити технологію використання хелатних форм цинкових та мідних добрив, для оптимізації мінерального живлення рослин пшениці ярої в умовах товариства з обмеженою відповідальністю агропромислове підприємство «АГРОЛЕНД» .

Для досягнення мети було поставлено завдання:

- виявити дію хелатних форм цинкових та мідних добрив на величину врожаю зерна пшениці ярої;
- встановити оптимальні дози хелатів Zn та Cu при обробці насіння та некореновому підживленні в різні фази розвитку;
- дати оцінку економічної ефективності застосування мікродобрив під пшеницю яру.

Об'єкт та предмет досліджень. Об'єктами досліджень були: пшениця яра (*Triticum L.*), цинкові та мідні добрива (хелатні форми).

Предметом є дослідження з розробки технологій використання хелатних форм цинкових та мідних добрив при вирощуванні пшениці ярої.

В умовах господарства будуть виявлені закономірності впливу доз хелатних форм мікродобрив (Zn, Cu) на величину та якість врожаю ярої пшениці при їх застосуванні способами обробки насіння та некореневої підживлення у різні фази росту.

Виявлені закономірності в системі мікродобрива – рослина надають можливість оптимізувати надходження елементів до рослин пшениці ярої, створюючи збалансоване живлення за допомогою застосування встановлених

агрохімічних нормативних параметрів, і таким чином керувати формуванням величини та якості врожаю.

Використання рекомендованих доз хелатних форм цинкових та мідних добрив способами обробки насіння та некореневого підживлення в різні фази росту дозволяє підвищити їхню агрономічну та економічну ефективність.

Методологія та методи досліджень. Методологія досліджень заснована на вивченні наукової літератури вітчизняних та зарубіжних авторів.

Методи досліджень: теоретичні – обробка результатів досліджень методами статистичного, кореляційного та регресійного аналізів; емпіричні – польові дослідження, графічне та табличне уявлення результатів.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Мікроелементи в ґрунтах та рослинах

Пшениця яра є досить врожайною культурою, здатної давати врожаї зерна по 3,0-5,0 т/га. Вона має дуже короткий період споживання поживних елементів, причому до 70 % їх поглинається в період від кінця кушіння до цвітіння рослин. Яра пшениця кущиться слабше, ніж озимина, має менш розвинену кореневу систему, що додатково зумовлює її порівняно більш високу потребу в поживних елементах для отримання еквівалентних урожаїв. Крім того, її коріння не можуть використовувати поживні речовини з важкорозчинних сполук. Коренева система до моменту цвітіння завершує своє формування та розвиток і досягає 120-150 см у глибину. Пшениця дає високі врожаї на нейтральних та близьких до нейтральних (рН 6,0-7,5) оптимально удобрених ґрунтів [2].

Особливо добре пшениця розвивається на чорноземах. Вона чутлива до гранулометричного складу ґрунту: важкі, погано прогриваються, як і легкі піщані з малим запасом елементів живлення та вологи, малоприсадибні даної культури [13].

Високі та якісні врожаї пшениці ярої можна отримати лише за оптимізації мінерального живлення. У період вегетації рослини поглинають потрібну кількість елементів мінерального живлення. Кожен із них окремо виконує певну фізіолого-біохімічну роль рослині. У виробничих умовах недостатня інтенсивність росту пшениці ярої часто є наслідком нестачі у ґрунті доступних макроелементів – азоту, фосфору та калію. Порушення її розвитку може відбуватися і через нестачу мікроелементів [14].

Мікроелементи виконують важливі функції в рослині: входять до складу ферментів, гормонів, вітамінів або впливають на їхню активність. Забезпечення культурних рослин мікроелементним живленням – одне з

найважливіших завдань у рослинництві, а недолік у ґрунтах і рослинах цинку та міді – проблема, що часто зустрічається [25].

Вміст цинку в рослинах становить 7-150 мг на 1 кг сухої біомаси та залежить від культури, її органу, властивостей ґрунту. У зерні міститься більше цинку, ніж у соломі; у вирощених на дерново-підзолистому ґрунті, більше, ніж вирощених на чорноземах. Елемент виконує різноманітні функції в організмах рослин та тварин, входячи до різних ферментів, зокрема карбоангідразу. Цей фермент каталізує реакцію розщеплення вугільної кислоти, впливаючи на дихання. Цинк бере участь у синтезі хлорофілу, впливає на фотосинтез та вуглеводний обмін. Його дефіцит зменшує кількість ауксинів, при цьому уповільнюється ріст рослин [8].

Цинк впливає на плодоношення, формування генеративних органів, ферментативну діяльність у проростаючого насіння, підвищує стійкість до несприятливих погодних умов. При його нестачі може взагалі не запуститись процес утворення насіння. Тому період цвітіння – початок утворення насіння для цинкового живлення – найважливіший. Це дає найбільшу ефективність у процесі вирощування рослин. При нестачі цинку на листі з'являються блідо-зелені або білі плями.

Нестача цинку відчувається при вмісті в сухій речовині рослин менше 10 мг/кг. При цьому відзначаються порушення в диханні, окисному та енергетичному обміні, гліколізі та циклі Кребса, синтезі білка [18]. Активуючи пептидази, цинк впливає синтез пептидів, білковий обмін рослин. Його вплив на синтез білка здійснюється і через цинквмісний фермент глутаматдегідрогеназу [19].

Цинк у ґрунті міститься у формі різноманітних сполук, входить до складу 64 мінералів. Його кількість залежить від властивостей материнських порід, запасів органічної речовини, реакції ґрунтового розчину та становить у середньому 0,005 %. Істотна частка цієї кількості представлена органічними та водорозчинними сполуками. Найбільшою рухливістю цинку відрізняються

кислі ґрунти, зі зниженням кислотності вона зменшується. При рН 6,0-7,0 спостерігається мінімальна рухливість цинку, а зі збільшенням лужності вона знову підвищується, що пов'язано з утворенням цинкатів [10]. Засвоєння цинку рослинами зростає із збільшенням вмісту його рухливих форм.

При застосуванні великих кількостей фосфору з добривами знижується рухливість ґрунтового цинку та його доступність для сільськогосподарських культур [7]. Так, дози фосфору 60-120 д.р. кг/га на лугово-темнокаштановому ґрунті наполовину знижували вміст цинку в ярій пшениці та ячмені (від 12 до 17 мг/кг), сприяючи зменшенню його господарського виносу (до 50-55 г/га). У той самий час дози азоту 90-120 д.р. кг/га сприяли суттєвому збільшенню вмісту цинку в рослинах (від 10 до 26 мг/кг), що збільшувало врожайність (2,17-2,66 т/га). Калійні добрива (60-120 д.р. кг/га) також посилювали надходження цинку на 8-12 мг/кг. Використання макродобрив збільшувало господарський винос цинку культур (37,3-64,6 г/га) порівняно з контролем (36,1-39,0 г/га), що посилювало нестачу цинку у ґрунті.

При взаємодії цинку коїться з іншими мікроелементами, зокрема, з міддю, найчастіше відбувається антагонізм. Це може бути наслідком ефекту розведення за рахунок зростання біомаси [14]. Посилене азотне живлення рослин загострює ознаки дефіциту цинку.

Мідь входить до складу пластоціаніну та ферментів, впливає на азотний обмін, фотосинтез, утворення хлорофілу, стійкість рослин до несприятливих умов зовнішнього середовища: високих та низьких температур, низької вологозабезпеченості, ураження різними захворюваннями.

При дефіциті міді у тонконогових сповільнюється ріст, посилюється кущіння, затримується колосіння, рослини мають світло-зелене забарвлення, відсихають кінчики листя, можуть не утворюватися колосся і настати загибель організму [17].

У кормах має бути 3-5 мг/кг сухої маси міді та більше. При її нестачі в кормах тварини втрачають у вазі, шерсть втрачає гладкість, вони

позбавляються апетиту і лижуть різні предмети, тварини хворіють на «лизуху» [10].

Вміст міді в рослинах залежить від їх виду, фази розвитку, органу та родючості ґрунту. Її кількість невелика, більше у вегетативних органах, ніж у репродуктивних, й у овочевих культурах більше, ніж у тонконогових. Мідь не реутилізується, тому її більше в нижньому листі, ніж у верхньому, особливо при нестачі її в ґрунті.

Мідь у ґрунті входить до складу понад 200 мінералів, органічних речовин, знаходиться в поглиненому стані на поверхні колоїдних частинок та у водорозчинних солях. Доступними для живлення рослин є сполуки, розчинні у воді та частково ті, що знаходяться в обмінно-поглиненому стані. Рухливість міді та її доступність залежить значною мірою від кислотності – у кислих ґрунтах вона найбільш рухлива. Вапнування сприяє її закріпленню. Рухливість елемента зменшується внаслідок процесів, що посилюють зв'язок міді з органікою ґрунту [8].

При оцінці забезпеченості ґрунтів цинком та міддю слід враховувати, що застосування високих доз макродобрих посилює потребу в них рослин та сприяє загостренню симптомів їх недостатності [13].

Мікродобрива необхідно застосовувати в першу чергу за низького або середнього вмісту рухомих форм відповідних мікроелементів у ґрунтах. Результати агрохімічного моніторингу показують, що значна частина ріллі характеризується низькою та середньою забезпеченістю різними мікроелементами. Особливо недостатньо забезпечені ґрунти цинком – 94,9 % обстеженої площі мають низький та середній його вміст; міддю - 43,9 [6].

В умовах різних природних зон (степ, південний і північний лісостеп), на різних типах ґрунтів вивчено та оцінено динаміку рухомого вмісту цинку та міді. Вони характеризуються низьким вмістом рухомого та валового цинку в орному шарі, межі коливань вмісту рухомих форм становлять 0,26-0,56 мг/кг у південній та центральній частинах Омської області та 2,7-2,8 мг/кг у

північній зоні. Також – низьким рухомим і валовим вмістом міді в орному та метровому шарі, межі коливань рухомого вмісту становлять 0,11-0,19 мг/кг у ґрунтах: чорнозем звичайний, чорнозем південний, лучно-чорноземний, лучно-чорноземний солонцюватий-чорнозем, солонець середній лугово-чорноземний; 0,24-1,07 мг/кг – у ґрунтах: чорнозем вилужений, сіра лісова, дерново-підзолиста та алювіально-лугова. Розподіл цинку та міді у метровому шарі показало, що є чітка диференціація зниження їх вмісту по горизонтах. Валовий вміст мікроелементів у ґрунті залежить від типу та гранулометричного складу. Низький вміст рухомого цинку (98,9 % площі), низький та середній вміст рухомої міді (99,4 %) характеризує регіон як проблемний з точки зору забезпечення рослин даними мікроелементами [10].

1.2 Вплив мікродобрив на продуктивність культурних рослин

Застосування мікродобрив під сільськогосподарські культури, зокрема, пшеницю яру, вивчалось багатьма дослідниками [11, 38, 39, 40, 42, 49 та ін.]

Так було у вегетаційних дослідках, цинкові добрива на вилуженому чорноземі збільшували врожайність ярої пшениці на 11-30 %, у польових дослідках на чорноземах - на 15 %. Використання цього добрива на лугово-чорноземному ґрунті (при концентрації обмінного цинку 0,7 мг/кг) забезпечило підвищення врожайності на 14-20 % [11].

У дослідках, ріст врожайності зерна гороху при використанні цинку становило 0,26 т/га, вики – 0,25 т/га. Для бобових культур оптимальне вміст обмінного цинку у ґрунті – 0,3-0,4 мг/кг (в 1 Н. KCl). У дослідках на лучно-чорноземному ґрунті встановлено позитивну дію цього мікроелемента на продуктивність кукурудзи, при цьому найкращим було основне внесення Zn_{18} [17]; максимальна врожайність озимої тритикале отримана у варіанті $N_{30} P_{60} Zn_8$ - 3,28 т/га, збільшення зерна склала 1,02 т/га (45,1%) [19].

Результативним способом використання мікродобрив є передпосівна обробка насіння, яка забезпечує рослини мікроелементами на початку розвитку, активізує фізіологічні процеси в насіння, що проростає. На південному важкосуглинистому чорноземі Одеської дослідної станції від опудрювання насіння кукурудзи сульфатом цинком отримано збільшення 0,46 т/га, або 11% [143]. Максимальне збільшення врожаю озимого жита на лучно-чорноземному ґрунті (0,56 т/га) отримано при обробці сіллю цинку 50 г на 100 кг насіння – отримано збільшення 0,43 т/га або 9,9% до фону [31, 32].

На лугово-чорноземному ґрунті лісостепу встановлено вплив мікродобрив на врожайність пшениці озимої при опудрюванні насіння сульфатом цинку в дозі 100 г солі на 100 кг насіння. Урожайність склала 3,48 т/га, опудрювання сіллю міді дозою 50 г на 100 кг насіння дало збільшення – 0,39 т/га тобто. 13,1% (на фоні – 3,21 т/га). При опудрюванні насіння солями мікроелементів Zn_{100} натура зерна склала 787 г/л, застосування Zn_{50} сформувало кількість білка – 15,8 %, клейковини – 27,5% [39].

Ліквідувати дефіцит цинку можна за допомогою некореневих підживлень – обприскуванням рослин слабким розчином сульфату цинку. У США найвищий ефект отриманий при обприскуванні кукурудзи 0,5% розчином у фазі 3-5 листків. У Латвії на дерново-карбонатних і дерново-підзолистих піщаних ґрунтах і в Литві на дерново-глеєвих опідзолених суглинистих ґрунтах збільшення врожаю зеленої маси кукурудзи становило від цього прийому 13,8-15,9 % [10, 88].

Мідні добрива мають позитивний вплив на врожайність не тільки на торф'яно-болотних ґрунтах, а й на дерново-підзолистих та чорноземах. У дослідях на дерново-сильнопідзолистому ґрунті збільшення від 6 кг/га міді становило 16 %, при цьому дозрівання зерна пшениці відбувалося на 4-5 днів раніше, вміст білка в ньому зріс на 16 %, склоподібність - на 17 % [1]. У Мордовії при вирощуванні озимої пшениці з використанням високих доз

добрив під урожай 7-8 т/га підживлення мідними добривами на чорноземі, вилуженому дали збільшення 0,8-1,1 т/га.

При інкрустації насіння пшениці ярої мікроелементами на чорноземному ґрунті встановлено, що ефективне застосування Zn_{150} прибавка склала 0,57 т/га (20 %). У кращому варіанті мідних добрив Cu_{100} збільшення становило 19,1 % при врожайності 2,81 т/га. Найбільше збільшення врожайності отримано за $Zn_{50} Cu_{50} Mn_{50}$, яке склало 3,01 т/га (24,5 %). У варіантах Cu_{150} та Cu_{100} було відзначено найбільший вміст білка (21,2 % і 20,6%), а варіантах Zn_{100} і Zn_{150} – 20,3 і 20,0 % відповідно (у контролі – 18,7 %) [16].

Мікродобрива можна застосовувати різними способами, залежно від вмісту рухомих форм мікроелементів у ґрунті, рослинах, форми добрив та біологічних особливостей культур. У виробництві можливі три способи використання мікродобрив: обробка насіння до посіву, некореневе підживлення шляхом обприскування рослин розчинами, основне внесення. Багато досліджень присвячено знаходженню оптимального способу їх застосування.

Вченими США при внесенні цинку в рядки та міжряддя у дозах 22,6; 45 та 90,4 кг/га були отримані високі надбавки врожаю вівса. На Довгопрудній дослідній станції на підзолистому суглинку значне збільшення зерна ячменю, особливо на вапняному тлі, отримано від дози 5 мг/кг, а на підзолистому супіску - від 10 мг/кг ґрунту. У Латвії на піщаних ґрунтах із внесенням 20 кг/га сірчаноокислого цинку врожай вівса підвищувався до 25,5 %, озимого жита – до 40,9 %, льону – до 32,2 % [10].

У Харківській області України намочування насіння кукурудзи в 0,002% розчині сірчаноокислого цинку та змочування їх цим розчином зі швидким просушуванням у дозі цинку 2 г/100 кг насіння вплинуло на енергію проростання, збільшення вмісту вітаміну С у листі та накопичення. У Житомирській області було отримано добрий результат від намочування

насіння кукурудзи в 0,01-0,03% розчинах. Найбільше збільшення врожаю зеленої маси кукурудзи становило 13,6 т/га (44,1%) при дозі цинку 2 г/100 кг насіння. Замочування насіння в 0,05% розчині сірчанокислового цинку при ранньому посіві стимулювало проростання, збільшувало холодостійкість проростків, покращувало структуру врожаю, збільшувало врожайність. У той час як намочування насіння в розчинах сірчанокислої міді гальмувало проростання і послаблювало сходи.

На підставі проведених експериментів більшість учених дійшло висновку, що обробка насіння розчинами мікроелементів є ефективним способом.

Яра пшениця на дерново-підзолистих ґрунтах здатна забезпечувати одержання врожаїв зерна 3,5-4,0 т/га. При цьому збільшення врожайності від цинкових добрив при основному застосуванні склало 0,59-0,75 т/га, а під час проведення некореневих підживлень – 0,19-0,40 т/га.

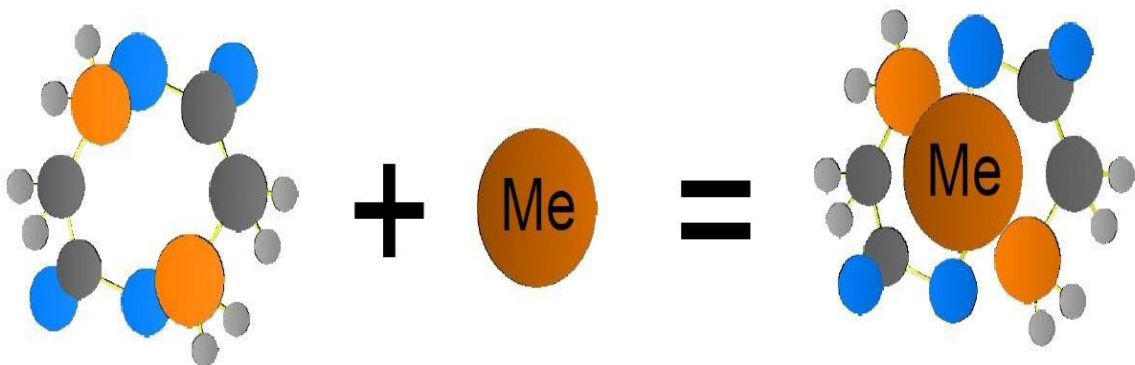
У вегетаційних дослідях цинкові добрива (ґрунт –вилужений чорнозем) передпосівна обробка насіння пшениці ярої мала перевагу перед іншими способами (основним внесенням, некореневим підживленням) [12]. На чорноземному ґрунті при удобренні гібридів кукурудзи на зерно виявлено, що опудрювання насіння ефективніше, ніж некореневе підживлення: надбавки склали 31,6 % (Омка 130) та 18,1 % (Омка 150), 21,7 та 14,4 % відповідно [17].

На чорноземному ґрунті дія цинкових добрив в основне внесення на врожайність пшениці ярої була ефективною. Внесення Zn_4 і Zn_8 без застосування фосфорних добрив дозволило сформувати збільшення врожаю 0,37 і 0,54 т/га відповідно (на тлі 2,43 т/га), при цьому окупність 1 кг д.р. Цинкових добрив була навіть вищою, ніж від їх внесення разом із фосфорними. Найбільша надбавка 0,85 т/га сформувалася при Zn_8 і натомість P_{60} . При обробці сульфатом цинку найкращим було застосування 50 г/100 кг насіння – збільшення становило 0,65 т/га або 26,7 % [25].

Науковцями було узагальнено дані 405 польових дослідів, проведених агрохімічною службою з вивчення ефективності мікродобрив при вирощуванні зернових та зернобобових культур. У ході аналізу було виявлено закономірності у дії цинкових добрив, що вносяться під озиму пшеницю в різних ґрунтово-кліматичних умовах. Цинкові добрива у всіх зонах вивчали в основному при внесенні їх у ґрунт, найефективніше було застосування на дерново-підзолистих ґрунтах південнотаїжно-лісової зони. Залежно від величини дози добрива, що вноситься, врожайність зерна озимої пшениці змінювалася (у варіанті NPK + Zn) в рамках 2,50-4,00 т/га, збільшення зерна за рахунок цинку – від 0,10 до 0,56 т/га. Вміст білка у зерні під час використання цинку збільшувалося на 0,4-2,4 %, клейковини – на 0,5-3,4 %. У міру просування із півночі на південь ефективність основного внесення зменшувалась. Загалом застосування цинкового добрива мало велике практичне значення.

1.3 Ефективність хелатних форм мікроелементів при вирощуванні сільськогосподарських культур

Хелат (від латинського *chele* – клешня) – складне органічне комплексне з'єднання мікроелемента з хелатуєчим (захоплюючим) агентом (рисунок 1.), яке надійно утримує іони мікроелементів у розчинному стані до моменту надходження в рослину. Після цього вивільняє його і переводить у біологічно доступну форму, а сам розпадається на хімічні сполуки, що легко засвоюються рослинами.



Хелатующий агент	Мікроелемент	Хелат
------------------	--------------	-------

Рисунок 1. Схема утворення хелату мікроелемента

Хелати мають переваги при вступі в рослину, тому що їх молекули повністю потрапляють в лист (при некореновому підживленні) або насіння (при їх обробці), а не накопичуються на поверхні. Ефективність використання хелатних мікродобрив при вирощуванні сільськогосподарських культур пов'язана з їхньою малою токсичністю, пролонгованою дією, меншим адсорбуванням ґрунтом у порівнянні з неорганічними солями, внаслідок чого вони тривалий час здатні поглинатися рослинами. З точки зору технології хелати мікроелементів зручні, оскільки можуть застосовуватися разом із макродобривами, регуляторами росту та пестицидами.

Види добрив хелатних виділяють залежно від елемента, який є основним: хелат цинку, хелат міді і т.д. Зв'язок органічної частини хелату з елементом живлення повинен бути достатньо сильним, щоб мінімізувати його втрати, але й одночасно досить слабким, щоб засвоїло рослину елемент. Для синтезу хелатних добрив найчастіше використовують такі кислоти:

- а) ЕДТА-етилендіамінтераацетатну;
- б) ДТРА – діетилентріамінпентаоцтову;
- в) ОДНА – етилендіаміндигідроксифенілацетатну;
- г) ОЕДФ - оксиетинідендіфосфонову.

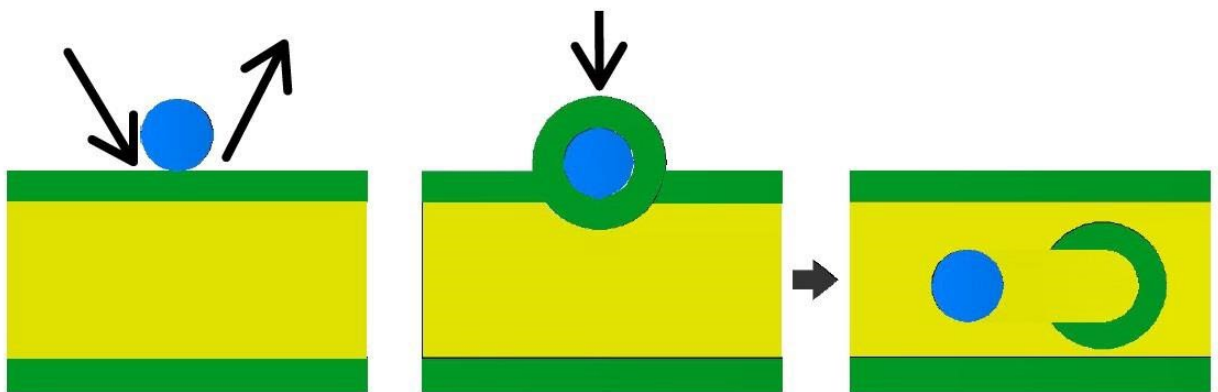
Використання хелатів підвищує засвоюваність мікроелементів. Органічна оболонка, яка утворюється навколо елемента живлення при хелатуванні, запобігає процесам його зв'язування у ґрунті. Коріння рослин поглинає хелати, а ті, у свою чергу, віддають рослинам живильні елементи.

Застосування хелатних добрив дуже ефективно також при некоренових підживленнях. Листя має захисне воскове покриття. Віск відштовхує воду та розчинені в ній елементи, ускладнюючи їх проникнення у листя. Але

органічний комплекс хелату здатний проходити крізь воскове покриття листа всередину рослини, де елемент засвоюється (рисунок 2).

Хелатні мікродобрива можуть застосовуватися при передпосівній обробці насіння, для кореневого та некореневого підживлення. Вони можуть поєднуватися з макроелементами, регуляторами росту і застосовуються одночасно. Ефективність даних форм підтверджується дослідженнями низки вчених.

Застосування хелатних мікродобрив впливає на фізіологічні процеси у рослинах. Так, у лабораторному досвіді експериментально було встановлено вплив хелатних та сульфатних форм міді та цинку у різних дозах на схожість, енергію проростання та морфофізіологічні показники проростків насіння ярої пшениці. Встановлено, що передпосівна обробка насіння розчинами сульфату міді в концентраціях від 0,24 до 0,53 % пригнічувало розвиток проростків насіння. При використанні хелатних форм міді та цинку відзначено позитивну



дію їх на ростові процеси. Встановлено, що суттєво збільшилася довжина корінців у варіанті Cu-ЕДТА з концентрацією розчину 0,02 %, довжина проростка – Zn-ЕДТА з концентрацією розчину 0,24 %, суміші розчинів Zn-ЕДТА (0,24 %) + Cu-ЕДТА (0,25 %), суміші розчинів ZnЕДТА (0,53 %) + Cu-ЕДТА (0,53 %) [4].

Неорганічний елемент
не може проникнути

Хелатований елемент
проникає через листову
поверхню

Хелат віддає
поживний елемент

крізь воскове покриття
листка

Рисунок 2 Схеми засвоєння рослиною елемента живлення хелатного добрива

На сірому лісовому ґрунті під впливом мідь-молібденового ЖУСС-2 чиста продуктивність фотосинтезу підвищувалася в період куціння - виходу в трубку при обробці препаратом дворазово у фазах куціння та виходу в трубку (на 15 – 23 %), від виходу в трубку до колосіння - цвітіння при обробці препаратом дворазово у фазах куціння та виходу в трубку та триразово у фазах куціння, виходу у трубку та колосіння (на 11-22 %). У всі фази знижувалася і інтенсивність дихання: у фазу куціння на 16-31%, виходу в трубку на 9-44 %, колосіння - цвітіння на 7-55 %. Дворазова некоренева обробка ЖУСС-2 приводила в умовах посухи у фазу виходу в трубку до збільшення загального вмісту води (на 7 та 8 %) та водоутримуючої здатності листя (на 16 та 27 %) [10].

В умовах сірих лісових ґрунтів виявлено характер дії мідь-молібденових добривальних складів на формування врожаю та його якісні показники залежно від способів використання. Застосування мідь молібденвмісних хелатних добривальних складів (ЖУСС-2, ЖУСС-2а, ЖУСС-2б) для передпосівної обробки насіння ярої пшениці в нормі 2-4 л/т позитивно впливає на процеси росту та розвитку у всі фази онтогенезу: підвищує лабораторну схожість насіння та збереження рослин до збирання, знижує ураженість патогенами, збільшує чисту продуктивність фотосинтезу, сприяє оптимізації мікроелементного режиму рослин, раціональному використанню продуктивної вологи та НРК з ґрунту та добрив, підвищує врожайність зерна в середньому на 0,3-0 [25].

На чорноземі виявлено, що мікроелементи сприяють підвищенню інтенсивності фотосинтезу, беручи участь у побудові та функціонуванні

фотосинтетичного апарату та у фотохімічних реакціях рослин. Дослідження листової поверхні та параметрів фотосинтетичної діяльності картоплі при використанні різних варіантів передпосадкової та некореневої обробки показали, що хелатні форми мікродобрив (ЖУСС-3) сприяють підвищенню всіх досліджуваних показників. Автори вважають, що в основі встановлених ефектів лежить стимулююча дія ЖУСС щодо росту асимілюючої поверхні листя, а також подовження термінів функціонування листового апарату [169].

На світло-сірому опідзоленому супіску препарат Цитовіт позитивно вплинув на лінійний ріст рослин ярої м'якої пшениці. Висота рослин збільшилась на 7,1 см порівняно з контролем (103,3), довжина колосу на 0,9 см [3].

В умовах республіки Чехія, вивчено застосування лігногуматів та хелатних форм мінеральних добрив на картоплі. Обприскування бадилля картоплі у фазу бутонізації підвищувало асиміляційну поверхню листя та збільшувало тривалість роботи листового апарату. У випадках з обприскуванням хелатами біометалів ураженість рослин хворобами знижувалася в 12-20 рази. Оскільки до складу Мікровітів входять елементи, що використовуються для боротьби з грибними та бактеріальними хворобами (Cu, Mn, Fe, Zn та ін.), вони мають фунгістатичний вплив на поширеність хвороб, що дозволяє знижувати дози фунгіцидів при некореневих підживленнях хелатами мікроелементів. У разі жорстокої посухи комплексне мікродобрива Мікровіт виконує антистресову функцію [44].

Мікродобрива у формі хелатів позитивно впливають на врожайність зернових культур у різних ґрунтово-кліматичних умовах при застосуванні різними способами. Наприклад, для підвищення врожайності пшениці озимої на дерново-підзолистих ґрунтах некореневе підживлення розчином Кристалон Спеціальний (містить, %: N – 18; P₂O₅ – 18; K₂O – 18; MgO – 3; B – 0,020 Cu; ; Fe - 0,07; Mn - 0,04; Zn - 0,025; Mo - 0,004) проводили нормою 200 л/га. Мікроелементи у ньому перебувають у хелатній формі. Найбільше збільшення

було досягнуто у варіанті з максимальною дозою препарату у фазі кушіння, врожайність при цьому склала 6.67 т/га, що на 21,1 % вище, ніж у контролі. У фазу колосіння найбільше збільшення становило 6,2 %. Застосування препарату найбільше ефективно на ранніх фазах розвитку рослин, а у фазі колосіння не дало достовірного збільшення незалежно від дози. Очевидно, дефіцит низки мікроелементів у ранні фази може бути заповнений наступним надходженням [31].

Передпосівна обробка насіння пшениці ярої Азотовітом та Бактофосфіном, а також їх сумішами з хелатними мікродобривами (ЖУСС-1 та ЖУСС2) показала, що даний прийом дозволяє значно підвищити врожайність в умовах Республіки Марій Ел. При нестачі вологи та підвищеній температурі перевагою має суміш Бактофосфіну з ЖУСС-2, а при достатньому зволоженні – суміш Азотовіту з ЖУСС-1 [17].

У дослідях із горохом на дерново-підзолистому легкосуглинному ґрунті застосовувалися дві обробки комплексним добривом Кристалон. Перше підживлення проводилося у фазу викидання вусів у дозі 2 кг/га Кристалону жовтим (містить, %: N – 13; P₂O₅ – 40; K₂O – 13; MgO – 3; B – 0,025; Cu – 0,01 ;Fe - 0,07; Mn - 0,04; Zn - 0,025; Mo - 0,004). Друге підживлення – Кристалоном особливим (містить, %: N – 18; P₂O₅ – 18; K₂O – 18; MgO – 3; B – 0,025; Cu – 0,01; Fe – 0,07; Mn – 0,04; Zn - 0,025; Mo - 0,004) проводилася у фазу початку утворення бобів у дозі 2 кг/га. У цьому врожайність насіння проти фоновим варіантом зросла на 0,59 т/га [36].

В умовах нечорноземної зони вивчалася ефективність обробки бадилля вегетуючих рослин картоплі лігногуматами та акваріном¹², до складу якого входять мікроелементи в хелатній формі – Fe (0,054 %), Zn (0,014), Cu (0,01), Mn (0,0 (0,004), B (0,02). Ефективність ріст регулюючої сполуки лігногумату та хелатних добрив визначається екологогеографічними умовами, а також скоростиглістю сорту. На територіях із частими стресовими ситуаціями щодо

тепло- або вологозабезпеченості їх застосування дає достатній сильний ефект. Збільшення врожаю від обробки Аквамарином склала від 13,1 до 35,8 % [13].

На сірих лісових поверхнево-оглеєних ґрунтах Західного лісостепу України встановлено, що стабільно високу врожайність насіння ріпаку озимого (4,5 т/га гарної якості) забезпечує технологія, яка включає: передпосівну обробку насіння протруйником Круїзер + стимулятор росту Вимпел-К + мікродобрива Оракул (1,0 л/т, включає Cu, Mn, Zn, Mo) та некореневе застосування у фазу великого бутону регулятора росту Вимпел + мікродобрива Оракул хелат бору (1,5 л/га) [19].

Результати досліджень показали, що використання мікроелементів дає можливість підвищити врожайність пшениці озимої при обробці рослин розчином на 12 % .

На світло-сірому опідзоленому супіску вивчено вплив передпосівної обробки насіння мікродобривами на основні елементи врожайності та технологічні властивості ярої м'якої пшениці. Обробку проводили препаратом Цитовіт, який має склад (г/л): азот – 30, фосфор – 5, калій – 25, магній – 10, сірка – 40, залізо – 35, марганець – 30, бор – 8, цинк – 6, мідь - 6, молібден - 4, кобальт - 2. Застосування обробки забезпечувало збільшення врожайності на 115-169 % [15].

На середньокультурному дерново-підзолистому легкосуглинистому ґрунті встановлено високу ефективність некорневих підживлень різними формами добрив, що містять мідь. Обробка посівів сірчаною міддю, препаратом Вітамар, комплексним добривом. у некореневе підживлення підвищували врожайність зерна озимої пшениці на 0,67, 0,83, 1,10 та 1,02 т/га [37, 38].

На сірому лісовому ґрунті відчували мідьмолібденвмісні рідкі удобрювально-стимулюючі складі ЖУСС для передпосівної обробки насіння пшениці ярої, найбільше збільшення врожайності отримано від ЖУСС-2 в нормі 2 л/т. Підвищення норми витрати препарату до 4 л/т не призвело до

росту продуктивності рослин, максимальна (6 л/т) норма витрати на ЖУСС знизилася врожайність. Некореневе підживлення посівів забезпечило достовірні збільшення врожайності при використанні їх у концентрації 0,05 %, поєднання передпосівної обробки насіння з некорневим підживленням забезпечило найвищу надбавку від мікроелементів – 0,76 т/га на добривому фоні та 0,58 т/га – на фоні без добрив [5]. Вивчено чуйність сортів твердої пшениці на різний рівень мінерального живлення, передпосівну обробку насіння ЖУСС із різним складом мікроелементів. Проведення перед посівом обробки насіння препаратом ЖУСС (мідь + бор) на розрахунковому фоні 3 тони зерна з 1 га та (мідь + молібден) – на фоні без добрив, сприяє підвищенню врожаю зерна, поліпшенню його якості (до II класу), підвищенню економічної та біоенергетичної ефективності виробництва [17]. Урожайність при некореневій обробці мідь-молібденового ЖУСС-2 дворазово у фазах кушіння і виходу в трубку і триразово у фазах кушіння, виходу в трубку та колосіння збільшувалася на 7-31%.

На світло-сірих лісових ґрунтах з низьким та дуже низьким вмістом рухомих форм В, Мо, Сu, Zn, Mn, Со рослини позитивно реагували на підвищення у ґрунті концентрації Zn – на 0,7 мг/кг, Сu – 2,24 мг / кг. Застосування мікродобрив суттєво підвищувало продуктивність 6-пільної сівозміни. Наприклад, при внесенні цинку, міді, молібдену, кобальту продуктивність сівозміни зростала на 16-22% і дещо менша (на 8-15 %) при використанні бору та марганцю. Якщо на тлі на 1 кг макро-добрив було отримано 5,7-7,9 кг протеїно-кормових одиниць, то при застосуванні мікродобрив даний показник досягав 10,0-11,1 кг. Тим часом їх внесення спільно не було більш ефективним.

Дослідження з вивчення агробіологічної оцінки сортів польового гороху та ефективності комплексних добрив з мікроелементами у хелатній формі, регуляторів росту та бактеріального препарату Байкал ЕМ-1 проводились на вилуженому чорноземі. Передпосівну обробку насіння гороху проводили

Ризоторфіном спільно з повністю розчинним комплексним добривом з мікроелементами у формі хелатів.

Mg - 3, S - 4, B - 0,02, Cu - 0,005, Mo - 0,001, Fe - 0,07, Mn - 0,03, Zn - 0,01; гумат калію-натрію із мікроелементами. При спільній передпосівній обробці насіння Ризоторфіном і Майстером спеціальна врожайність склала 3,04 - 3,39 т/га, з кожного гектара додатково отримано 0,33-0,53 т/га.

Виявлено вплив мікродобрив Лігнас та Лаварін на врожайність пшениці озимої. Ці добрива містять повний набір мікроелементів (цинк, молібден, мідь, кобальт, залізо, марганець) у хелатній формі. Результати дослідження показали, що проведення некореневого підживлення по прапорному листу різними поєднаннями препарату Лігнас у комбінації з фунгіцидами забезпечило збільшення врожаю зерна від 0,33 до 0,47 т/га, а препаратом Лаварін – від 0,38 до 0,67 т/ га.

На чорноземі типовому важкосуглинистому малогумусному виявлено вплив хелатів мікроелементів на врожайність та якість зерна пшениці озимої. Некореневу обробку посівів проводили розчинами Zn (0,9 г/га) та Cu (0,1). При обробці посівів у фазі кушіння відбулося збільшення врожаю від дії цинку та міді на 5,6 та 15,7 %, у фазу виходу в трубку – 8,3 та 51,0 % відповідно [18].

На слабовилуженому середньосуглинистому чорноземі вивчено ефективність передпосівної обробки насіння ярої пшениці рідкими добривно-стимулюючими складами (ЖУСС). ЖУСС-2 - концентрований рідкий добрив мідь - молібден - містить склад, масова концентрація міді 32-40 г/дм³ молібдену 14-22 г/дм³. ЖУСС-3 – концентрований рідкий удобрювальний мідь-цинк-міст, що містить, масова концентрація міді 16,5-20 г/дм³, цинку 35-40 г/дм³. Обробка насіння виявилася ефективнішою. Найкращі результати були отримані при дозах 2,0 л/т: збільшення врожайності від ЖУСС Cu + Zn становило 0,35 т/га (17,0 %), ЖУС Cu+Mo – 0,24 т/га або 11,7 % [170].

На вилуженому чорноземі вивчено ефективність комплексних добрив з мікроелементами в хелатній формі при вирощуванні ярого тритикале.

Передпосівна обробка препаратами: Майстер спеціальний – комплексне добриво з мікроелементами у формі хелатів (склад у %): N – 18, P – 18, K – 18, Mg – 3, S – 4, B – 0,02, Cu – 0,005, Mo – 0,001, Fe – 0,07, Mn – 0,03, Zn – 0,01) та Аквамікс – висококонцентрований водорозчинний комплекс мікроелементів у хелатній (склад (%): Fe – 2,1, Mn – 2,57, Zn – 0,53, Cu – 0,53, Ca – 2,57, B – 0,52, Mo – 0,13), позитивно впливали формування агроценозу, продукційний процес, врожайність і якість зерна. При обробці Майстер спеціальний та Аквамікс надбавка до контролю 0,47 т/га (18,65 %) та 0,35 (15,5) відповідно. При некореневому підживленні у фазі кушіння врожайність (3,13 т/га) по відношенню до контролю збільшилася на 16,3 %, колосіння (2,89 т/га) – на 7,4 %, молочної стиглості (3,05 т/га) - на 13,3%. Добрива при підживленні вегетуючих рослин у фазах кушіння, колосіння та молочної стиглості сприяли посиленню фотосинтетичної діяльності агроценозу ярої тритикале.

На лугово-чорноземному ґрунті вивчено вплив різних видів комплексних добрив з мікроелементами в хелатній формі на формування врожайності м'якої ярої пшениці при некореневій обробці у фазу кущення. Найбільше збільшення врожайності зерна забезпечила фоліарна обробка посівів комплексним добривом Цитовіт – 1,07 т/га, або 26,9 % до контролю. Поступаються йому ефективності комплексні добрива Гумостим, Грін Го і ЕкоФус, які забезпечили приріст врожайності 12,6-14,8 %.

На чорноземі вилуженому важкосуглинистому вивчено дію хелатних форм мікродобрив на врожайність ярої пшениці у тривалому стаціонарному досвіді. Мікроелементи молібден та мідь застосовували у формі ЖУСС-2 шляхом обприскування посівів на початку цвітіння, що сприяло збільшенню продуктивності на 0,10 т/га (контроль – 2,37 т/га).

В умовах лісостепу на чорноземі типовому середньогумусному середньопотужному важкосуглинистому вивчено вплив комплексних добрив з хелатами мікроелементів листовими підживленнями на врожайність та якість

зерна ярого ячменю, які проводили: у фазі кушіння та виходу в трубку. Хелатонік – рідке комплексне добриво з хелатами мікроелементів, склад (%): N – 17, P₂O₅ – 7, K₂O – 9, Zn – 0,075, Cu – 0,075, Mn – 0,05, B – 0,025, Mo – 0,0075, Z – 0,001, Fe – 0,02. Нутривант Плюс зернові – комплексне добриво з хелатами мікроелементів та фертивантом, склад (%): N – 6, P₂O₅ – 23, K₂O – 35, MgO – 1, B – 0,1, Mn – 0,2, Zn – 0,2, Cu – 0,2, Fe – 0,05, Mo – 0,002.

Використання цих хелатів у сприятливі зволоження роки дозволили підвищити врожайність ярого ячменю на 14-31 %, збирання білка – на 11-66 %. Найбільш ефективним із двох досліджуваних препаратів виявився Хелатонік, при застосуванні якого отримані найбільші збільшення врожаю.

Вивчався вплив мікроелементів на врожайність та якість зерна пшениці озимої. Некореневу обробку проводили розчинами Zn, Cu фази трубкування і кушіння. Було встановлено, що при обробці посівів у період кушіння збільшення врожаю було отримано під дією міді на 0,45 т/га, врожайність у контролі склала 2,87 т/га. При цьому мідь накопичується у зерні. При обробці посівів у період трубкування відзначалася вища ефективність хелатних форм міді. Прибавка від використання хелатів цинку та міді порівняно з контролем (2,41 т/га) склала 0,44 та 1,23 т/га відповідно. Найкращі результати забезпечує проведення некорневих підживлень у період трубкування, особливо при застосуванні міді хелатів. Недостатня забезпеченість мікроелементами стала фактором, що визначає висоту, якість урожаю та ефективність добрива [20].

На південних чорноземах найбільш ефективними при обробці насіння були препарати ЖУСС та ЖУСС-2, що сприяли підвищенню врожайності пшениці озимої на 0,26 і 0,23 т з 1 га.

В Україні вивчалася добриво РЕАКОМ на основі хелатів Fe, Mn, Zn, Cu, Co, Mo та B. У Харківській області у контролі врожайність ячменю становила 2,49 т/га, при обробці насіння препаратом – 3,17 т/га; озимої пшениці – 20,0 та 26,3; на Миколаївській дослідній станції при некореновому підживленні озимої пшениці – 3,28 та 3,72 т/га відповідно.

При удобренні РЕАКОМ пшениці озимої різних сортів встановлено, що у контролі врожайність Київської 8 склала 5,61 т/га, Лузанівки – 5,86 та Білоцерківської напівкарликової – 5,66. При обробці насіння та некореновому підживленні рослин РЕАКОМ отримані надбавки 0,59; 0,52; 0,44 т/га відповідно. За даними Інституту зернового господарства (м. Дніпро) приріст урожаю озимої пшениці від обробки насіння становив 0,47 т/га, та від некоренового підживлення – 0,64 т/га, а при об'єднанні цих двох прийомів – 1,10 т/га зерна, за врожайності в контролі 2,90 т/га. Результати дослідів із зерновими культурами свідчать про стабільність підвищення врожаю від застосування мікродобрив.

Некоренеve підживлення озимої пшениці препаратом Лаварін і Лігнас (містять хелати Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, C) забезпечило збільшення 0,38 і 0,54 т/га відповідно при врожайності в контролі 4,0 т/га.

При вивченні впливу некоренових підживлень мікродобривами на врожайність пшениці озимої на чорноземі вилуженому лісостепу ЦентральноЧорноземної зони врожайність була мінімальною на тлі (гній, 40 т/га + P 60 K 60 + N₃₀) і склала 3,58 т/га. При внесенні хелатів мікроелементів максимальний результат був отриманий у варіанті фон + Майстер (N₂₀ P₂₀ K₂₀ + MgO₃ + S, B, Fe, Mn, Zn, Cu, Mo) з збільшенням 0,34 т/га, а CuSO₄ - 0,29 т/га, ZnSO₄ - 0,22 т / га [167].

На сірих лісових середньосуглинистих ґрунтах визначено комплексний вплив мікроелементів на формування врожаю пшениці ярої. Насіння обробляли напівсухим способом препаратом Мікромак, що містить мікроелементи. Збільшення врожайності в середньому склала 0,17 т/га (у контролі 2,25 т/га) [9].

На сірому лісовому ґрунті вивчено ефективність некоренового підживлення рослин пшениці ярої азотом у поєднанні з мідь- та цинковмісним хелатним комплексним мікродобривом. Некоренеve підживлення проводили у фазі колосіння препаратом ЖУСС-3 (вміст міді – 15-20 г/л, цинку – 30-35 г/л.)

на фоні внесення у ґрунт під культивуацію макродобрих ($N_{60} P_{50} K_{50}$). Некореневе підживлення рослин разом із азотом у дозі 30 кг/га підвищило врожайність зерна на 0,37-0,48 т/га. Зростання врожайності досягнуто насамперед за рахунок підвищення маси 1000 зерен, максимум її (40 г) спостерігається у варіанті підживлення з ЖУСС-3 2 л/га + N_{30} проти 30,4 г у контролі. Аналогічно змінюється маса 1000 зерен у варіантах підживлення з препаратом ЖУСС-3 окремо, варіюючи від 35,0 до 37,8 г [5].

Дослідженнями встановлено, що при низькій (0,07-0,14 мг/кг) забезпеченості рухомою міддю в ґрунті доцільно застосовувати добрива, що містять мідь. Максимальна врожайність ярої пшениці (3,37 т/га) отримана від передпосівної обробки насіння розчином хелатної форми (ЕДТА) в концентрації 0,25% на тлі внесення мінеральних добрив азотно-фосфорних, збільшення врожайності зерна склала 17 %.

У південній лісостеповій зоні на лугово-чорноземному середньопотужному середньо гумусному важкосуглинистому ґрунті, вивчено вплив передпосівної обробки насіння розчином бурштинової кислоти та хелату міді на продуктивність ярої пшениці. Найбільші збільшення урожайності отримані на добривому фоні: 0,59 т/га – при обробці бурштинової кислотою в концентрації 10^{-3} М і 0,92 т/га – від хелату міді в концентрації 0,25 %. Підвищення продуктивності визначалося збільшенням довжини та озерненості колосу.

Таким чином, мікродобрих, у тому числі їх хелатні форми, є ефективними при вирощуванні сільськогосподарських культур на чорноземних ґрунтах. У цьому велике значення мають особливості використання (спосіб внесення, фаза розвитку, доза). Але вивчення та порівняння застосування доз хелатних форм мікродобрих цинку та міді під яру пшеницю різними способами (обробка насіння та некореневе підживлення в різні фази росту) для виявлення оптимальної технології в умовах господарства.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ґрунтові умови

Ґрунтовий покрив господарства представлений переважно чорноземами звичайними малогумусними, та їх змитими різновидами. Крім того, в залежності від характеру рельєфу, умов зволоження тут сформували різні гідроморфні та засолені ґрунти.

Агрохімічна характеристика ґрунтів та їх забезпеченість поживними речовинами представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Агрохімічна характеристика ґрунтів господарства

Назва ґрунту	Площа, га	рН	Гумус, %	мг на 100 г ґрунту		
				NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
Чорнозем звичайний малогумусний середньо- суглинистий	1236,0	6,8	4,5	2,8	18,8	15,4

Як для середньо-суглинистих ґрунтів, згідно даних таблиці 1 ґрунти містять достатньо гумусу, фракція солевої витяжки близька до нейтральної, нітратних форм у ґрунті міститься недостатньо, але ґрунти добре забезпечені рухомими формами фосфору.

Водний режим Степу з його непромивним типом водного режиму та сильними коливаннями температури на протязі року обмежує діяльність ґрунтових мікроорганізмів. В результаті цього у ґрунті не помічається повної мінералізації органічних решток, що призводить до накопичення перегнійних, в основному гумінових кислот. Наявність карбонатів кальцію у рихлому підґрунті сприяє коагуляції гумінових кислот та відкладенню їх у масі ґрунту у вигляді перегною. Під впливом перегною при участі рослинності

утворюється комкувата структура. Завдяки великим запасам елементів живлення, добрим водно-повітряним, тепловим та фізико-хімічними властивостями чорноземи характеризуються як ґрунти високого рівня родючості.

Механічний склад чорноземів пилувато-важкосуглинковий та легкоглинистий. Завдяки добрій оструктуреності чорноземи мають невелику об'ємну вагу (1,01-1,38 г/см³) та незначну удільну вагу (2,63-2,73 г/см³). Чорноземи характеризуються високою вологоємністю (60,8 %) та поганою водовіддачею.

Водно-фізичні константи для ґрунтів господарства:

1. Максимальна гігроскопічність – 7,8 %;
2. Вологість стійкого в'янення – 11,7 %;
3. Запас продуктивної вологи на початку посіву ярих культур – 30-40 мм;
4. Структурність ґрунту – комкувано-зерниста (розмір комочків 10-1 мм);
5. Вологість на глибині 20-30 см орного шару ґрунту – 28 %;
6. Рівноважна величина об'ємної маси орного шару ґрунту – 1,3 г/см³.

2.2. Кліматичні умови

Найважливішим ґрунтоутворювачем є клімат. Клімат бере пряму участь у ґрунтоутворенні. Вплив клімату має велике значення з того погляду, що процеси, що протікають при ґрунтоутворенні в різних породах залежать від тієї чи іншої сторони клімату. Клімат відіграє важливу роль для біологічних процесів. Процеси вивітрювання також залежать від клімату, з ним тісно зв'язане забезпечення ґрунту теплом.

Велика роль вітру видуваючи з поверхні ґрунту пилуваті і піщані частки, вітер часто змінює ґрунтовий профіль так, що він втрачає свої первісні ознаки. Часто сухі вітри викликають загибель посівів.

Клімат території, де знаходиться господарство, відноситься до центральної помірно-посушливої зони Степу України. Район, де

розташоване господарство, характеризується різко-континентальним кліматом.

За багаторічними даними господарської метеорологічної станції середньорічна температура повітря складає +7,9 °С в найхолодніший місяць січень (-6,0°С), найтепліший – липень (+29,6°С).

Коливання середньомісячних температур по місяцях і в середньому за рік представлено в (таблиці 2)

Таблиця 2

Середньомісячна і середньорічна температура повітря, °С (за даними господарської метеостанції)

Роки	Місяці												Середня за рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2021	-5,3	-12,8	-46	9,6	18,3	17,7	18,8	22,2	11,2	3,5	-4,8	-3,9	5,8
2022	-1,2	-7,3	1,4	12,1	14,9	20,5	20,1	22,0	15,5	7,5	-0,4	-3,7	8,5
2023	-11,6	-5,5	-7,7	3,0	15,3	18,8	21,0	17,8	13,8	7,0	-0,6	-	5,6
Сер. багаторічна	-6,0	-8,5	-3,6	8,2	16,1	19,0	19,9	20,6	13,5	6,0	-1,9	-3,7	6,6

З таблиці видно, що найхолоднішими місяцями в році є січень і лютий; а найтеплішими – липень і серпень. Приведені дані про середні зміни температури повітря свідчать про сприятливі умови для обробки культур.

Також слід відмітити, що в окремі місяці спостерігаються відхилення від середньомісячних температур, причому, відлига з дощами, що мжичать, іноді спостерігається в січні – лютому, а заморозування – квітні, травні і вересні.

Тривалість безморозного періоду в середньому складає 170 днів з відхиленнями в окремі роки від 143 до 228 днів.

Весна звичайно починається з третьої декади березня або з першої декади квітня. Перша декада квітня місяця співпадає з середніми термінами

сівби ярових культур, початком вегетації озимих культур, деревних рослин і розгортанням польових робіт.

Осінь, як правило, встановлюється в кінці вересня і є теплим і досить тривалим часом року.

Середньомісячна і річна кількість опадів характеризується наступними величинами (таблиці 3).

Таблиця 3.

Середньомісячна і середньорічна кількість опадів (за даними господарської метеостанції)

Роки	Місяці												Сума за рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2021	3,2	2,7	33,7	37,0	52,6	18,9	55,0	46,8	72,7	56,5	84,6	9,0	472,7
2022	23,7	18,8	30,1	28,8	22,9	36,5	18,6	9,4	36,4	23,2	30,9	35,3	487,5
2023	11,6	25,8	24,9	45,3	48,7	63,9	48,5	47,5	65,7	72,1	86,8	-	449,7

На початку листопаду завершуються польові роботи. У зв'язку з мінливістю погодних умов терміни закінчення польових робіт можуть коливатися від 30 вересня до 12 листопада.

Зима порівняльно м'яка, малосніжна. Найбільша потужність сніжного покриву на плато досягає 11 см. З схилів сніг, як правило, здувається з пониження.

Погода взимку нестійка. Разом з негативними температурами, що іноді досягають -24°C , мають часту відлигу з температурою до $+9 - +0$. Відлига взимку пов'язана з впливом теплих і вологих атлантичних мас повітря. Звичайно відлига супроводжується повним або частковим руйнуванням сніжного покриву або дощами.

2.3. Загальна характеристика господарства

Назва господарства, місце його розташування Територія господарства розташована в південно-східній частині Магдалинівського району Дніпропетровської області.

Господарство складається з одної бригади, і знаходиться в 28 км від

районного центру, й у 75км від міста Дніпро, з якими господарство зв'язане шосейною дорогою.

Таблиця 4

Склад і співвідношення земельних угідь

Назва сільськогосподарських угідь	Площа , га
1.Сільськогосподарські угіддя	2185,981
2.Рілля	1843,981
3.Садів	5,0
4.Багаторічних насаджень	25,0
5.Під господарськими будівлями і дворами	71,0
6.Під польовими дорогами	16,0

Економічною основою сівозміни є науково обґрунтована структура посівних площ, яку розробляють відповідно до спеціалізації і концентрації виробництва з урахуванням природних умов (клімату, ґрунту, рельєфу) і біологічних особливостей рослин. При проектуванні планових завдань і структури посівних площ для господарства потрібно обов'язково враховувати можливість забезпечення правильного чергування культур і пару.

Територія господарства – відповідно до схеми фізико–географічного районування України (по А І Ланько), знаходиться в степовій області північно-східного, що входить у Дніпровську північно-степову провінцію підзони північних степів.

Значно розчленованим гідрографічною мережею рельєфом, що призводить до великого поширення еродованих ґрунтів.

РОЗДІЛ 3.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для вирішення поставлених завдань з оптимізації мікроелементного живлення пшениці ярої у роботі використано методи польових а також математичний аналіз їх результатів із застосуванням інформаційних технологій. Схема досліду:

1. Контроль (без добрив)

Обробка насіння (г/100 кг)

2. Zn₁₀

3. Zn₂₀

4. Zn₃₀

5. Cu₁₀

6. Cu₂₀

7. Cu₂₀

Підживлення у фазу кущіння (г/га)

8. Zn₁₀

9. Zn₂₀

10. Zn₃₀

11. Cu₁₀

12. Cu₂₀

13. Cu₂₀

Підживлення у фазу виходу в трубку (г/га)

14. Zn₁₀

15. Zn₂₀

16. Zn₃₀

17. Cu₁₀

18. Cu₂₀

19. Cu₂₀

Досліди, що проводяться, однофакторні. Розташування ділянок на дослідній ділянці систематичне. Площа ділянок - 16 м²; облікова площа – 15 м². Повторення варіантів у досвіді триразове, розташування повторень – три яруси.

Попередник – пар, агротехніка – загальноприйнята для зони: восени основна обробка – зяблева оранка плугом ПН-4-35 на глибину 20-22 см. Передпосівна обробка ґрунту полягала в ранньовесняному боронуванні зубними боронами в два сліди при досягненні ґрунтом стану фізичної спілки. КПС-4 на глибину закладення насіння.

Посів виробляли 25-27 травня, норма висіву 5,0 млн. схожого насіння, сівалкою ССФК-7. Після посіву ґрунт прикочували кільчастими котками ЗКК-3А. Збирання проводили в першій декаді вересня прямим комбайнуванням «Неге125», Облік врожайності зерна проводили методом суцільного обмолоту рослин з приведенням до стандартної вологості (14%) та 100% чистоти.

У польових дослідах проводилися спостереження:

1. визначення вмісту рухливих форм елементів живлення в орному шарі ґрунту;
2. фенологічні спостереження за розвитком рослин;
3. визначення хімічного складу рослин за фазами;
4. облік урожаю;
5. визначення структури врожаю;
6. визначення показників якості врожаю

Закладку дослідів, всі обліки, спостереження проводили за загальноприйнятими методиками.

Гігроскопічну вологу визначали методом висушування в сушильній шафі при температурі $105 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ в рослинах та в ґрунті. За загальноприйнятими методиками проводили визначення: скловидність зерна, вміст клейковини.

Проводили обліки густоти стояння рослин на закріплених ділянках по $0,25 \text{ м}^2$ з метою визначення польової схожості насіння та виживання рослин. З цих же майданчиків перед збиранням відбиралися рослини для проведення структурного аналізу з визначенням наступних показників: кількість рослин, що збереглися, до збирання і продуктивних стебел на одиниці площі, кількість зерен, маса зерна колоса.

Оцінка посівних якостей насіння проводилася згідно з відповідними стандартами з визначенням вологості, %; маси 1000 насінин у г; чистоти, %; енергії проростання та лабораторної схожості, у %.

Результати досліджень піддані математичній обробці. Економічну ефективність застосування добрив розраховували згідно з рекомендаціями.

РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Урожайність пшениці ярої при застосуванні хелатних форм цинкових та мідних добрив

У польових дослідах вивчали чуйність пшениці ярої на мікродобрива при оптимальній забезпеченості макроелементами. Передбачалося виявити закономірності дії різних доз та способів застосування хелатних форм цинкових та мідних добрив, які застосовувалися при обробці насіння до посіву та некореневим підживленням у фази кушіння та виходу в трубку.

Необхідно відзначити, що оскільки попередником ярої пшениці був пар, і раніше на дослідній ділянці створені фони за допомогою фосфорних добрив, а обмінний калій у ґрунтах регіону знаходиться у значних кількостях, то вміст основних елементів живлення в ґрунті був дуже високим: нітратного азоту – 18,1-18,4, рухомого фосфору – 205-253, рухомого калію – 320-335 мг/кг ґрунту перед посівом.

Результати експериментів (таблиця 4) дозволяють зробити висновок про високу ефективність мікродобрив у хелатній формі при вирощуванні пшениці ярої. Зіставляючи врожайні дані за роками досліджень, слід відзначити їх значні відмінності: у 2021 р. та 2023 р. урожайність була в 1,4 раза вищою, ніж у 2022 р. (у контролі відповідно 2,45 та 1,73 т/га) . Опади вищі за середньобагаторічні вдвічі на початку вегетації 2022 р. (кінець травня – червень) та температури нижче за середньобагаторічні негативно вплинули на розвиток пшениці ярої, що надалі відбилося на формуванні зерна, і як наслідок – на врожайності.

Ефективність різних способів застосування мікродобрив (обробка насіння та некореневе підживлення у фази кушіння та трубкування) при проведенні експериментів відрізнялася.

Експерименти виявили позитивну дію хелату цинку при передпосівній обробці насіння на врожайність зерна ярої пшениці. Поліпшення живлення даною технологією використання хелатів цинку та міді забезпечило збільшення врожайності в середньому за роки досліджень від 0,08 до 0,20 т/га зерна (2,3 - 9,1 % до контролю).

Застосування цинкових добрив у дозі 20 г/100 кг дозволило сформувати найбільше збільшення врожаю 0,20 т/га (у контролі врожайність 2,20 т/га). При цьому Zn₁₀ та Zn₃₀ збільшували врожайність на 0,08 та 0,15 т/га відповідно. Використання мідних добрив у дозах 20 г і 30 г/100 кг дозволило сформувати практичні однакові збільшення врожайності 0,14 і 0,15 т/га відповідно, а обробка Cu₁₀ не призвела до достовірного збільшення врожайності (0,05 т/га).

Таблиця 4.

Урожайність зерна пшениці ярої залежно від доз та способу застосування хелатних мікродобрив.

варіант	Врожайність зерна, т/га				Надбавка	
	2021 р.	2022 р.	2023 р.	Середня	т/га	%
Контроль	2,45	1,73	2,41	2,20	-	-
Обробка насіння, г/100 кг						
Zn ₁₀	2,53	1,75	2,57	2,28	0,08	3,6
Zn ₂₀	2,73	1,87	2,62	2,40	0,20	9,1
Zn ₃₀	2,54	1,81	2,69	2,35	0,15	6,8
Cu ₁₀	2,51	1,75	2,50	2,25	0,05	2,3
Cu ₂₀	2,62	1,86	2,54	2,34	0,14	6,4
Cu ₃₀	2,62	1,90	2,52	2,35	0,15	6,8
Обприскування у фазу кушіння, г/га						
Zn ₁₀	2,59	1,86	2,46	2,30	0,10	4,5
Zn ₂₀	2,75	1,93	2,51	2,40	0,20	9,1
Zn ₃₀	2,80	1,97	2,52	2,43	0,23	10,5
Cu ₁₀	2,74	2,08	2,52	2,40	0,20	9,1

Cu ₂₀	2,82	2,00	2,50	2,37	0,17	7,7
Cu ₃₀	2,85	2,04	2,52	2,40	0,20	9,1
Обприскування у фазу виходу в трубку, г/га						
Zn ₁₀	2,60	1,77	2,42	2,23	0,03	1,4
Zn ₂₀	2,79	1,91	2,52	2,34	0,14	6,4
Zn ₃₀	2,83	1,96	2,46	2,33	0,13	5,9
Cu ₁₀	2,58	1,84	2,50	2,31	0,11	5,0
Cu ₂₀	2,67	1,89	2,52	2,36	0,16	7,3
Cu ₃₀	2,69	1,89	2,52	2,34	0,14	6,4
НІР ₀₀₅	0,11	0,08	0,10			

Результати досліджень свідчать, що застосування хелатів цинку та міді при вирощуванні пшениці ярої є ефективним. Найкращою дозою цинку та міді при передпосівній обробці є 20 г/100 кг насіння.

У дослідженнях застосування некореневої підживлення ярої пшениці у фазу куцання хелатами цинку та міді забезпечило збільшення врожайності від 0,10 до 0,23 т/га зерна (4,5-10,5% до контролю). Досліди виявили позитивну дію некореневого підживлення у фазу куцання хелатом цинку на врожайність зерна. Використання 20 і 30 г/100 га дозволило сформувати збільшення врожаю 0,20 і 0,23 т/га відповідно (10,5 і 9,1% до контролю), при цьому Zn₁₀ збільшував врожайність на меншу величину - 0,10 т /га. Кращою дозою хелату цинку при некореновому підживленні у фазу куцання є 20 г/100 га.

Використання мідних добрив у дозі 10 і 30 г/100 кг дозволило створити збільшення врожаю на одному рівні 0,20 т/га (у контролі 2,20 т/га), а обробка Cu₂₀ сформувала збільшення врожаю 0,17 т/га. Але в цілому застосування дози міді 10,20, 30 г дало практично однакову надбавку. Найбільш ефективне підживлення Cu₁₀ як менш витратне за кількістю внесеного елемента.

Оптимізація живлення пшениці ярої застосуванням хелатів цинку та міді способом некореневого підживлення рослин у фазу виходу в трубку

забезпечило збільшення врожаю в середньому від 0,03 до 0,16 т/га зерна (1,4-7,3 % до контролю). Експерименти виявили позитивну дію хелату цинку у цю фазу розвитку на врожайність. Його внесення в дозі 20 г/100 га дозволило сформувати найбільше збільшення врожаю 0,14 т/га (у контролі 2,20 т/га). У цьому Zn_{10} збільшив врожайність на величину – 0,03 т/га. Використання мідних добрив у дозі 20 г/100 кг сформувало збільшення врожайності 0,16 т/га, а обробка рослин Cu_{10} та Cu_{30} – 0,11 та 0,14 т/га відповідно.

Рівень надбавок зерна ярої пшениці від цинкових та мідних добрив при кращих дозах за врожайністю в умовах низького вмісту доступних форм даних елементів у лугово-чорноземному ґрунті знаходився на одному рівні.

На рисунках 3.1 та 3.2 показано взаємозв'язок між дозами хелатів (цинку та міді), способів застосування мікродобрив та врожайністю зерна ярої пшениці. Використання Zn_{20} порівняно з Zn_{10} дозволило створити достовірні збільшення врожайності при всіх технологіях добрива (рисунок 3.1). При цьому агрономічна ефективність цинку добрив була вищою при обробці насіння та некореневому підживленні у фазу кущення, ніж при їх внесенні у фазу виходу в трубку.

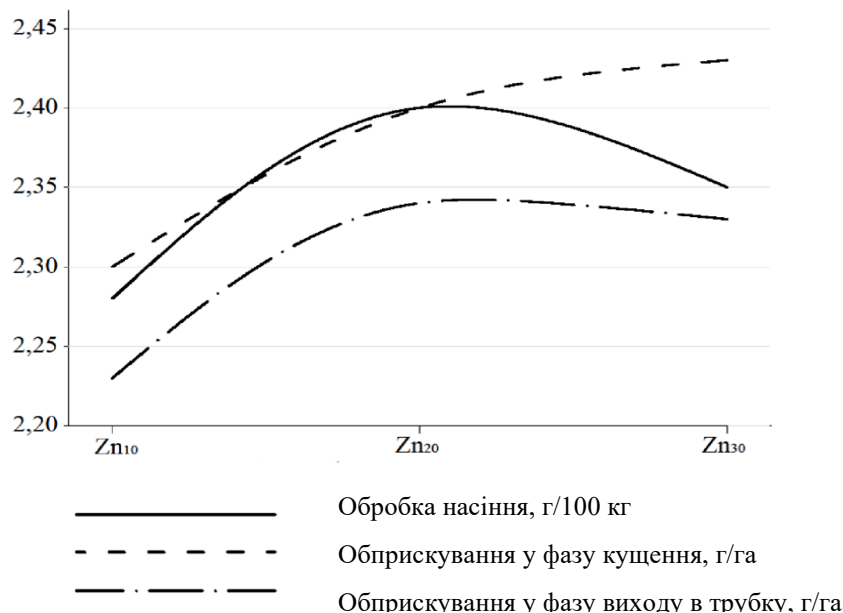


Рисунок 3. Врожайність зерна пшениці ярої залежно від доз та способів застосування цинкових добрив.

Внесення ж Zn_{30} за будь-якої технології не призвело до збільшення врожайності порівняно з дозою Zn_{20} .

Застосування Cu_{20} порівняно з Cu_{10} і Cu_{30} дозволило створити достовірні збільшення врожайності при обробці насіння і некореневому підживленні у фазу виходу в трубку (рисунок 3.2). При цьому агрономічна ефективність добрив у фазу кушіння була вищою при некореневій підживленні Cu_{10} .

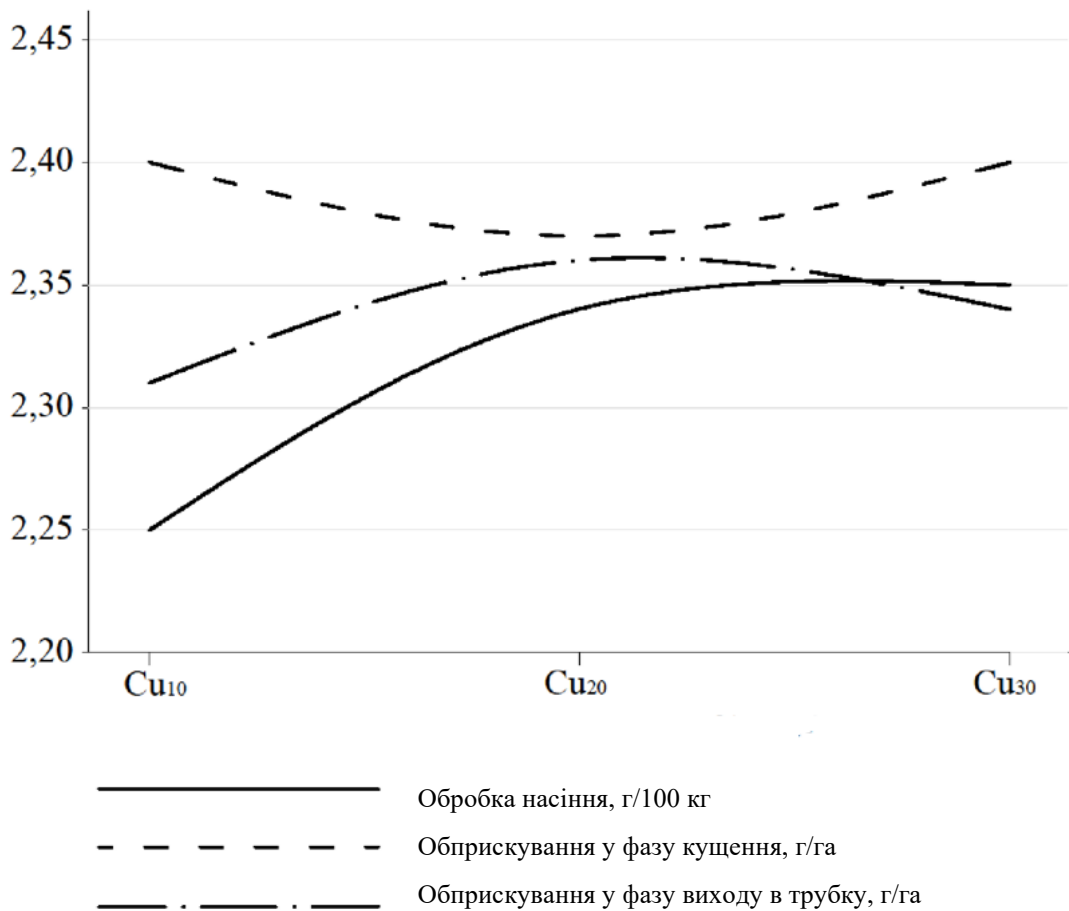


Рисунок 4. Врожайність зерна пшениці ярої залежно від доз та способів застосування мідних добрив

Таким чином, застосування мікродобрив при вирощуванні пшениці ярої в умовах низького вмісту рухомих форм елементів є ефективним. Кращою дозою хелатів цинку та міді при передпосівній обробці насіння є 20 г/100 кг,

при некореновому підживленні у фазу кушіння та виходу в трубку – 20 та 10 г/га відповідно. При цьому обробка насіння і некореневе підживлення у фазу кушіння хелату цинку має перевагу перед некореновим підживленням у фазу виходу в трубку, так як при цьому формується велика прибавка врожаю. При застосуванні хелату міді найбільша продуктивність спостерігалася при некореновому підживленні у фазу кушіння.

Результати досліджень свідчать, що використання хелатів цинку та міді при вирощуванні пшениці ярої є ефективним за всіх трьох варіантів технологій. Вибір способу та фази застосування добрив при вирощуванні досліджуваної культури у конкретній агрономічній ситуації може залежати від виробничої доцільності.

4.2 Вплив мікродобрив на виживання рослин, висоту та структуру врожаю ярої пшениці

Число рослин на одиниці площі залежить від польової схожості та виживання рослин, на яку впливає та застосування добрив.

Основною умовою формування високопродуктивного агроценозу є створення оптимальної густоти стояння рослин, яка істотно впливає на ростові процеси, висоту та масу рослин, структуру врожаю та строки настання фаз розвитку.

У наших дослідженнях спостерігався позитивний ефект від дії хелатів на ці показники (рисунок 5). Польова схожість насіння ярої пшениці склала при використанні цинкових добрив (рисунок 3.3) у варіантах обробки насіння 754-915%; мідних - 81,0-87,1% (контроль - 70,3).

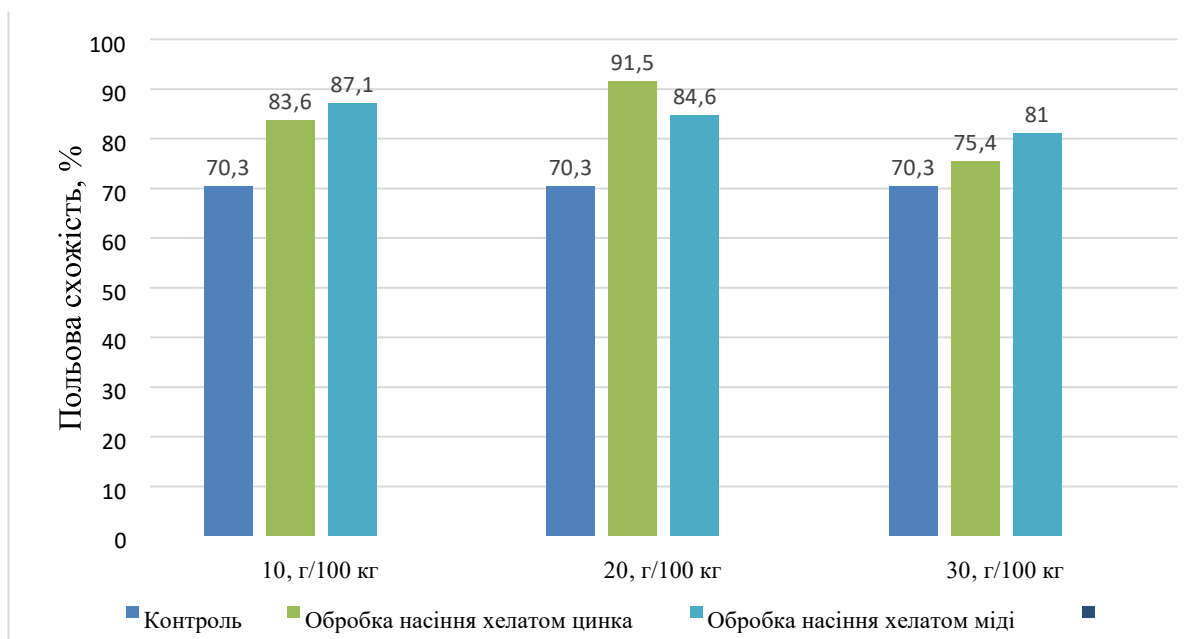


Рисунок 5. Польова схожість насіння ярої пшениці при обробці насіння хелатами мікроелементів.

Вживаність рослин пшениці ярої в залежності від доз та способів застосування цинкових добрив (рисунок 6) склала 57,5 - 82,7 %; мідних (рисунок 7) - 64,6 - 78,9 % (контроль - 55,0).

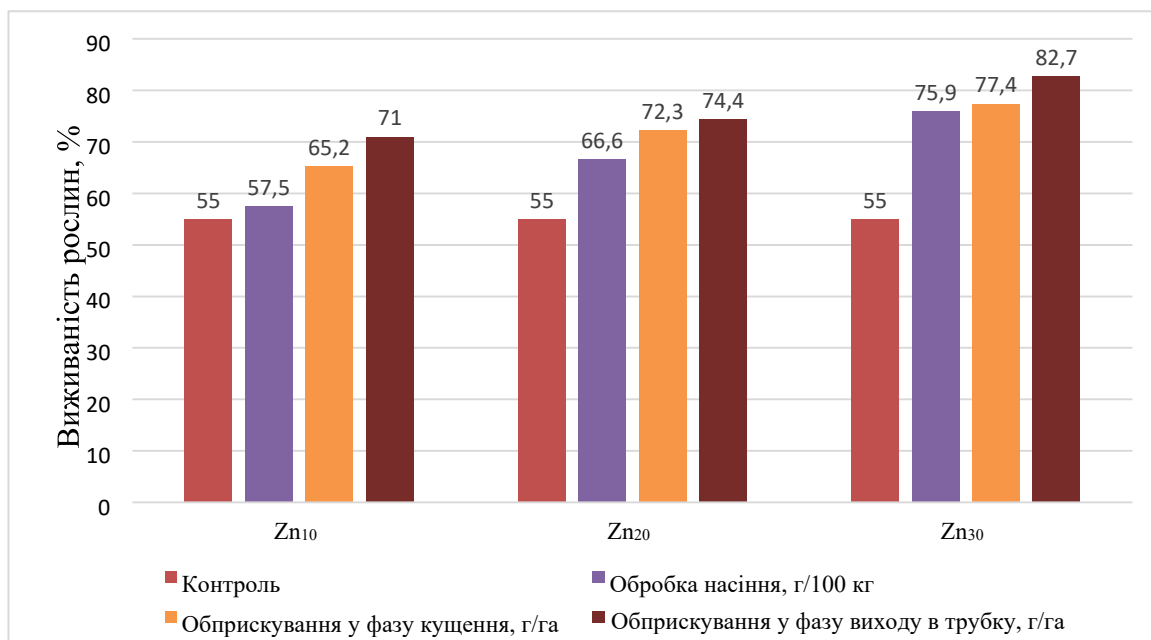


Рисунок 6. Вживання рослин пшениці ярої залежно від доз та способів застосування цинкових добрив.

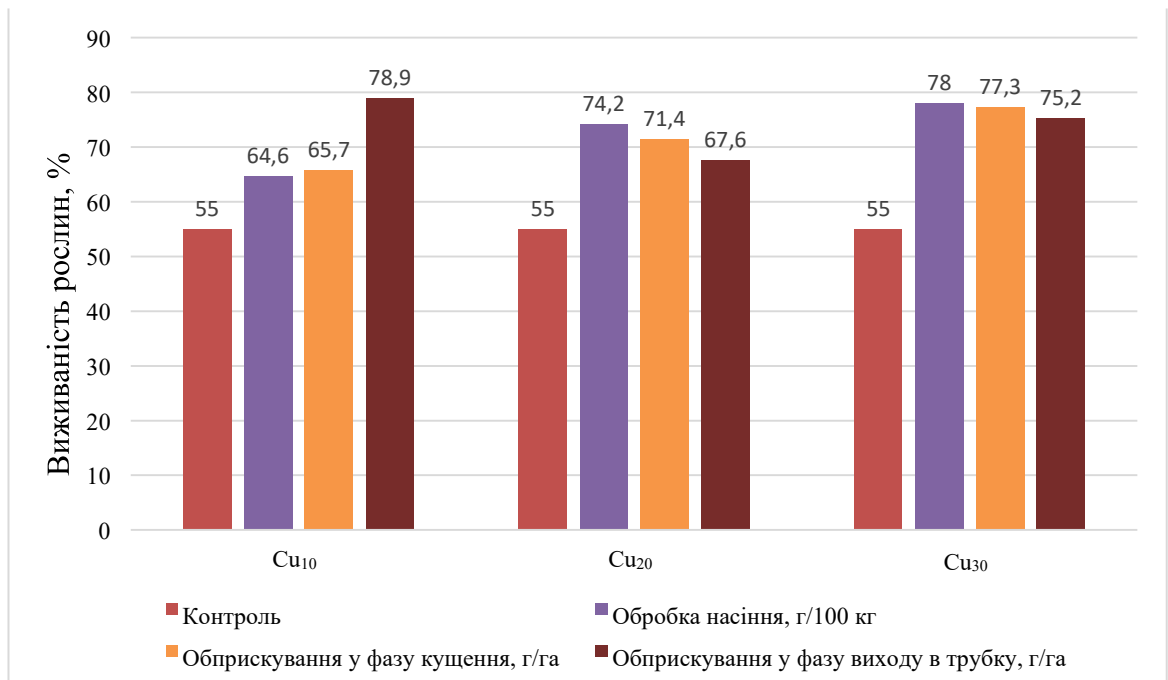


Рисунок 7. Вживання рослин пшениці ярої залежно від доз та способів застосування мідних добрив.

Висота рослин у середньому склала 105,2-111,3 см залежно від варіанту, при цьому в кращих з них за врожайністю рослини були дещо вищими, ніж у контролі. Так, при передпосівній обробці насіння висота рослин склала 101,0-117,5 см, а при некореновому підживленні хелатами цинку у фазу кушіння і виходу в трубку - 105,0-112,5 і 105,0-112,0 см відповідно (рисунки 8, 9).

Найбільша висота була у рослин при внесенні Zn₃₀ – 109,0 см (у контролі 105,2 см) – найкращому варіанті з погляду врожайності, при внесенні Cu₁₀ – 111,3 см.

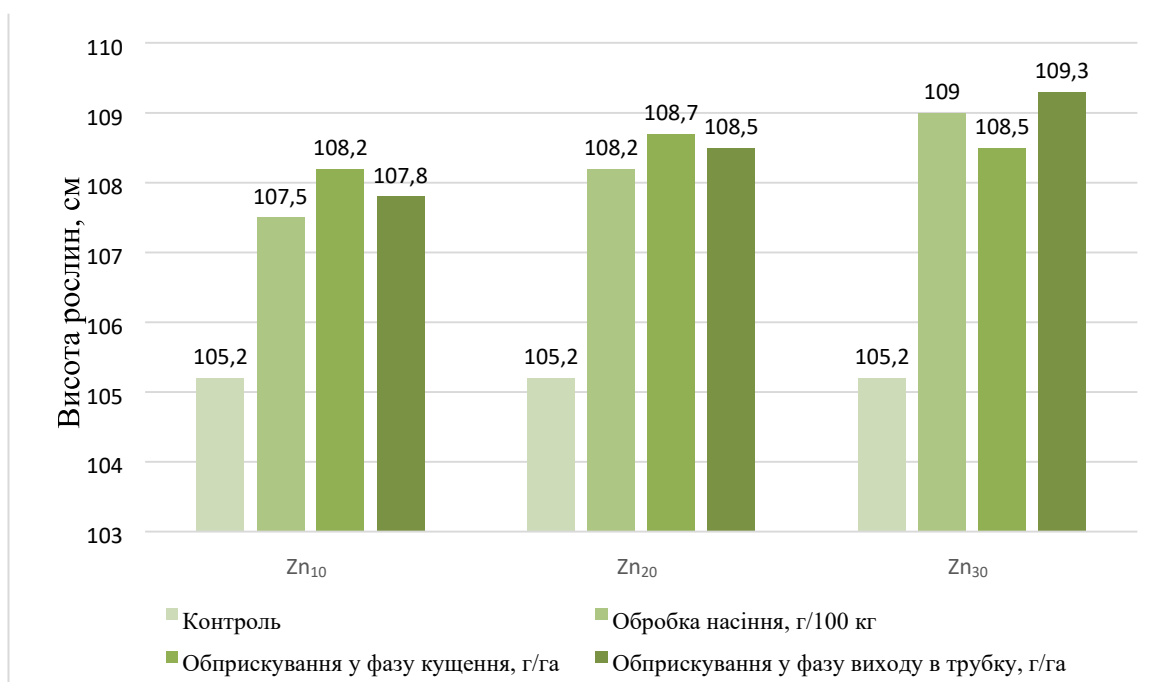


Рисунок 8. Висота рослин пшениці ярої залежно від доз та способів застосування цинкових добрив.

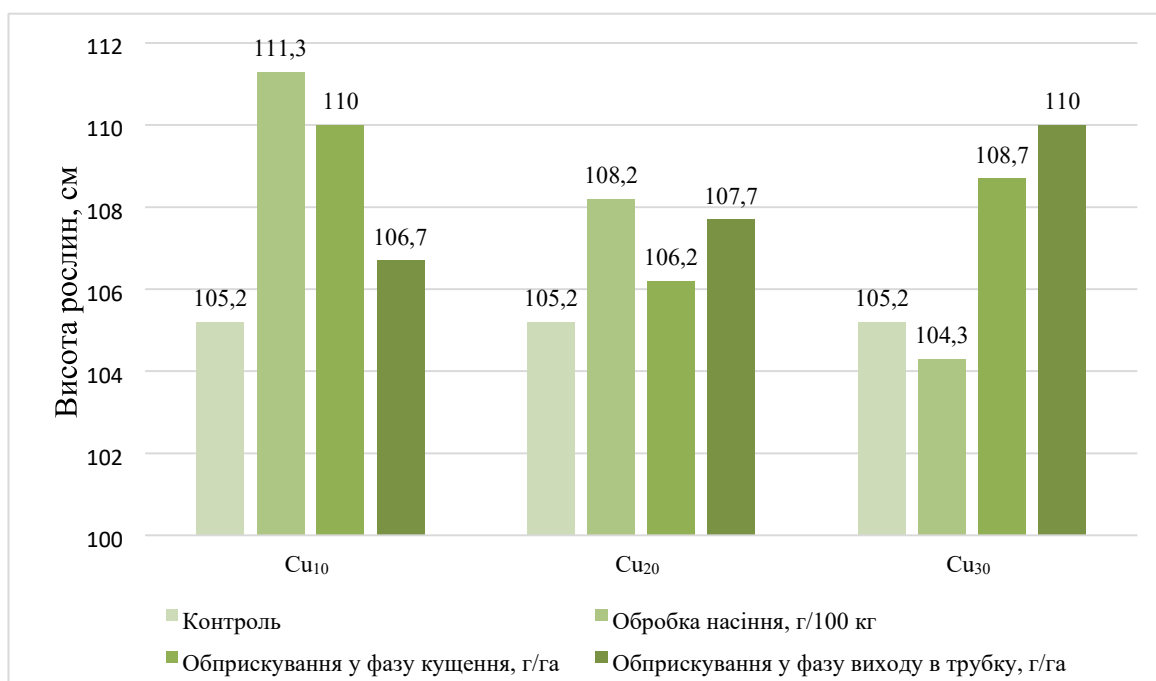


Рисунок 9. Висота рослин пшениці ярої залежно від доз та способів застосування мідних добрив.

Фактори навколишнього середовища та мінеральне живлення зокрема змінюють спрямованість біохімічних процесів в організмі та органоутворення, що впливає на структуру врожаю. Добрива, внесені у співвідношенні, розрахованому отримання кращої структури врожаю, направлятимуть відповідним чином розвиток рослин, і сприятиме отриманню відповідної структури врожаю навіть за несприятливих зовнішніх умов. Тому, оптимізація живлення є чинником створення найкращої структури врожаю, коли він формується найекономніше витрачання елементів живлення до створення одиниці основної продукції.

Результативне управління мінеральним живленням супроводжується впливом на рослини, що забезпечує якнайвищі показники формування врожаю. Урожайність пшениці ярої залежить від кількості рослин на одиниці площі та продуктивності однієї рослини, яка складається з продуктивної кущистості, числа зерен у колосі, маси 1000 зерен.

Основними складовими врожайності є продуктивна кущистість, кількість зерен у колосі, маса зерна колоса та маса 1000 зерен. Розгляд показників структури врожаю при дослідженні способів застосування хелетів цинку і міді показав, що вони позитивно впливають на ці показники (таблиця 5).

Співвідношення зерно: солома змінювалося в діапазоні 1:1,74-1: 2,42, при цьому більшою мірою збільшувало частку соломи застосування цинку, особливо при некореневій підживленні.

Розгляд показників структури врожаю при дослідженні способів застосування цинку хелату показав, що вони позитивно впливають на продуктивну кущистість, озерненість і масу колосу ярої пшениці. Продуктивна кущистість у найкращих варіантах по врожайності Zn₂₀ склала: при передпосівній обробці насіння – 3,22 шт., при некореновому підживленні у фазу кущення – 3,77 шт., при некореновому підживленні у фазу виходу в

трубку (Zn₃₀) 23 шт. (У контролі – 2,83); кількість зерен у колосі склала при цьому 44,38, 44,73 та 45,42 шт.; маса колосу – 1,77, 1,87 та 1,79 г відповідно. Маса зерна головного колосу змінювалася від 1,28 до 1,47 г.

Таблиця 5.

Структура врожаю пшениці ярої залежно від застосовуваних хелатних мікродобрив (Zn, Cu)

Варіант	Співвідношення зерно : солома	Кущистість		Головний колос		
		Загальна	Продуктивна	Кількість зерен, шт.	Маса колосу, г	Маса зерна, г
Контроль	1:1,82	3,23	2,83	41,90	1,79	1,28
Обробка насіння, г/100 кг						
Zn ₁₀	1:1,74	3,50	3,13	41,65	1,85	1,44
Zn ₂₀	1:1,85	3,53	3,22	44,38	1,77	1,44
Zn ₃₀	1:2,18	3,87	3,20	40,18	1,77	1,36
Cu ₁₀	1:1,88	3,37	2,92	41,13	1,81	1,39
Cu ₂₀	1:1,84	3,15	2,90	44,08	1,68	1,46
Cu ₃₀	1:1,87	3,50	3,05	40,42	1,76	1,34
Обприскування у фазу кущіння, г/га						
Zn ₁₀	1:2,42	3,38	3,15	38,13	1,60	1,23
Zn ₂₀	1:2,04	3,98	3,77	44,73	1,87	1,43
Zn ₃₀	1:1,75	3,83	3,53	39,92	1,78	1,34
Cu ₁₀	1:1,87	3,53	3,23	40,42	1,71	1,36
Cu ₂₀	1:1,88	3,35	3,05	38,63	1,61	1,23
Cu ₃₀	1:2,11	3,33	3,10	39,38	1,64	1,22
Обприскування у фазу виходу в трубку, г/га						
Zn ₁₀	1:2,03	3,43	3,10	41,75	1,82	1,41
Zn ₂₀	1:2,20	3,62	3,23	40,42	1,81	1,47
Zn ₃₀	1:2,22	3,48	3,38	45,42	1,79	1,42
Cu ₁₀	1:1,97	3,63	3,35	42,45	1,81	1,38
Cu ₂₀	1:2,30	3,72	3,27	39,92	1,76	1,32
Cu ₃₀	1:2,05	3,73	3,28	43,52	1,66	1,32

Цинк значною мірою впливає формування репродуктивних органів, що пояснює факт значного його впливу на масу зерна у наших дослідженнях на відміну міді. Продуктивна кущистість у найкращому варіанті за врожайністю при передпосівній обробці насіння дозою 20 г/100 кг склала 2,90 шт., при некореновому підживленні у фазу кущення дозою Cu_{10} – 3,23 шт., при некореновому підживленні у фазу виходу $_{20}$ вона становила 3,27 шт.

Реальним резервом підвищення врожайності є збільшення кількості зерен у колосі. Найбільша кількість зерен у головному колосі сформувалося в кращих варіантах по врожайності Cu_{20} (при передпосівній обробці насіння, при некореновому підживленні у фазу виходу в трубку) і Cu_{10} (при некореновому підживленні у фазу кушіння). Маса зерна головного колосу змінювалася від 1,28 г до 1,46 г.

В цілому, можна констатувати, що аналіз показників формування врожайності (польова схожість і виживання рослин, структура врожаю), отриманих в експериментах, свідчить про позитивний вплив хелатів цинку та міді на характеристики, від яких залежить врожайність пшениці ярої в умовах господарства.

РОЗДІЛ 5.

ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Найважливішим завданням сільського господарства є забезпечення населення продовольством, а переробної промисловості необхідною сировиною. Вирішення цього завдання пов'язане з подальшою інтенсифікацією галузі, прискоренням науково-технічного прогресу, удосконаленням економічних відносин, розвитком різноманітних форм власності та видів господарювання.

Економічна ефективність – показник, що визначається співвідношенням економічного результату та витрат, що породили цей результат. Іншими словами, чим менший обсяг витрат і чим більша величина результату господарської діяльності, тим вища ефективність.

Зерно - основний продукт сільського господарства. Виробництво зерна завжди рентабельне, за сприятливої погоди його рентабельність становить не менше 50 %. Зерно необхідне успішного розвитку всіх галузей сільського господарства, і навіть збільшення кількості продуктів тваринництва (м'яса, молока, олії та інших.), оскільки одна із основ кормової бази.

При визначенні фактичної економічної ефективності застосування добрив під сільськогосподарські культури оцінюють збільшення врожаю за поточними цінами. Це дозволяє виявити доцільність вкладень в отриману надбавку врожаю від добрив. Усі основні витрати, пов'язані з обробітком ярів пшениці, прибиранням додаткової продукції від застосування мінеральних добрив, транспортуванням, навантаженням – розвантаженням розраховували за нормативами витрат, що застосовуються у господарстві.

Для розрахунку економічної ефективності добрива ярої пшениці використовувалися дані врожайності залежно від доз та способів застосування хелатів.

Таблиця 6

Економічна ефективність застосування хелатних форм цинкових та мідних добрив методом обробки насіння (г/100 кг) при вирощуванні пшениці ярої

Показник	Zn			Cu		
	10	20	30	10	20	30
Прибавка врожаю, т/га	0,08	0,20	0,15	0,05	0,14	0,15
Витрати, пов'язані із застосуванням добрив, грн./га	587,2	786,6	892,3	545,5	702,9	816,4
Ціна реалізації, грн./т	7930	7930	7930	7930	7930	7930
Вартість додаткової продукції, грн./га	634,4	1586	1189,5	396,5	1110,2	1189,5
Умовний чистий дохід, грн./га	47,2	799,4	297,2	4,5	407,3	373,1
Рентабельність, %	8,0	101,6	33,3	0,8	57,9	45,7

У наших експериментах чистий дохід, отриманий від застосування мікродобрив, становив 4,5-1586 грн./га в залежності від варіанта. Розрахована рентабельність показала, що цей прийом під яру пшеницю економічно вигідний. Рівень рентабельності найкращих варіантів за врожайністю становив 101,6 %. При цьому можна відзначити, що некореневе підживлення

у фазу виходу в трубку менш рентабельна, ніж обробка насіння та підживлення у фазу кушіння.

Таблиця 7

Економічна ефективність застосування хелатних форм цинкових та мідних добрив методом некореневого підживлення (г/га) пшениці ярої

Показник	Zn			Cu		
	10	20	30	10	20	30
Обприскування у фазу кушіння						
Прибавка врожаю, т/га	0,1	0,2	0,23	0,2	0,17	0,2
Витрати, пов'язані із застосуванням добрив, грн./га	825,1	958,1	1048,6	890,2	953,8	1050,5
Ціна реалізації, грн./т	7930	7930	7930	7930	7930	7930
Вартість додаткової продукції, грн./га	793	1586	1823,9	1586	1348,1	1586
Умовний чистий дохід, грн./га	-32,1	627,9	775,3	695,8	394,3	535,5
Рентабельність, %	-3,9	65,5	73,9	78,2	41,3	51,0
Обприскування у фазу виходу в трубку						
Збільшення врожаю, т/га	0,03	0,14	0,13	0,11	0,16	0,14
Витрати, пов'язані із застосуванням добрив, грн./га	790,5	925,0	933,5	840,58	948,2	777,4
Ціна реалізації, грн./т	7930	7930	7930	7930	7930	7930
Вартість додаткової продукції, грн./га	237,9	1110,2	1030,9	872,3	1268,8	1110,2
Умовний чистий дохід, грн./га	-552,6	185,2	97,4	31,72	320,6	332,8
Рентабельність, %	-69,9	20,0	10,4	3,8	33,8	42,8

У найкращих варіантах за врожайністю із застосуванням хелату цинку при обробці насіння та підживленні у фазу кущення цей показник становив відповідно 101,6 та 73,9 %, при використанні хелату міді – 57,9 та 78,2 %. У фазу виходу в трубку рівень рентабельності істотно нижчий, у кращих варіантах за врожайністю становив при застосуванні хелату цинку 20,4 %, міді 42,8 %. Аналізуючи економічні показники, можна дійти висновку, що внесення мікродобрив під пшеницю яру чорноземних ґрунтах економічно вигідно крім деяких винятків коли проводять обприскування у фазу виходу в трубку коли показник рентабельності мав дуже низький рівень, або взагалі від'ємне значення.

РОЗДІЛ 6.

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Збереження здоров'я працівників стоїть перед нами як ключова та обов'язкова складова організації виробництва, включаючи технічні та санітарно-гігієнічні заходи. Ці заходи спрямовані на створення безпечних і здорових умов праці. Організація охорони праці базується на таких принципах: розробка правил і норм технічної безпеки та виробничої санітарії ґрунтується на високому науковому рівні, з урахуванням останніх досягнень науки і техніки.

Основною метою охорони праці є створення умов, які гарантують повну безпеку життєдіяльності працівників, де максимальна продуктивність праці відповідає найменшим енерговитратам для організму людини, ідеально сумісним із збереженням від негативного впливу виробничих факторів. У зведених умовах сучасного виробництва існує велика кількість виробничих факторів, які потрібно нейтралізувати або знизити до допустимих норм для мінімізації їх впливу на організм працівників. Сучасне сільське господарство, зокрема, стикається з фізичними, хімічними, біологічними та іншими шкідливими виробничими факторами, викликаними використанням техніки, енергії, різноманітних матеріалів та речовин. Вирішення цих питань вимагає комплексного підходу, щоб запобігти негативному впливу цих факторів на організм людини.

Аналіз ситуації з охороною праці в господарстві свідчить про впровадження автоматизованих систем на управлінському та технологічному рівні. Ручна праця застосовується переважно під час збирання врожаю. Сучасна сільськогосподарська техніка іноземних виробників, така як трактори, комбайни, підмітальні машини та навантажувачі, впроваджується для покращення умов праці та безпеки працівників.

Проаналізувавши інформацію щодо стану безпеки праці на цій ділянці, підводимо підсумки та визначаємо кількісні показники виробничого травматизму.

Коефіцієнт частоти травматизму, $K_{\text{ч}}$

$$K_{\text{ч}} = \frac{T}{P} \cdot 1000 = \frac{1}{26} \cdot 1000 = 41$$

де T – кількість нещасних випадків;

P – кількість працівників;

1000 – перерахування на 1000 працівників.

Коефіцієнт важкості травматизму $K_{\text{в}}$:

$$K_{\text{в}} = \frac{D}{T} = \frac{15}{1} = 15$$

де D – кількість днів непрацездатності.

Коефіцієнт втрат робочого часу, $K_{\text{вт}}$:

$$K_{\text{вт}} = \frac{D}{P} \cdot 1000 = \frac{15}{26} \cdot 1000 = 600$$

Таблиця 8

Основні показники травматизму господарства

Показники	Роки		
	2021	2022	2023
Кількість працюючих, чол.	26	26	23
Кількість нещасних випадків, од.	-	-	1
Кількість днів непрацездатності:			
- від травматизму	-	-	12
- від захворювань	-	-	-
Втрати, тис. грн.:			
- виробничий травматизм	-	-	9,1
- профзахворювання	-	-	-
Коефіцієнт частоти травматизму	-	-	45
Коефіцієнт важкості травматизму	-	-	28
Коефіцієнт втрат робочого часу	-	-	613

Отже, аналізуючи представлені в таблиці дані, можна визначити, що витрати, які виникли внаслідок нещасного випадку на фермерському господарстві, є незначними як у грошовому, так і у часовому вираженні. Для

попередження професійних захворювань було витрачено 3613 гривень і заощаджено 613 робочих годин.

Фінансування всіх заходів з охорони праці здійснюється за рахунок коштів господарства. Фінансових витрат на проведення заходів з охорони праці працівники не несуть. Вони мають деякі недоліки:

- недостатній рівень знань працівників підприємства з питань охорони праці;
- вночі територія погано освітлена.

Організація умов та заходів з охорони праці під час виконання посівних та збиральних робіт у культурах вимагає застосування сучасних технологій вирощування. Використання ефективної техніки, різноманітних мінеральних добрив та фітосанітарних засобів сприяє отриманню високих врожаїв, але водночас створює певні виклики у забезпеченні безпеки та захисту працівників від потенційних виробничих ризиків та шкідливих впливів.

Для усунення недоліків та підвищення рівня охорони праці пропонуються такі заходи:

1. Впровадження картки безпеки для механізаторів.
2. Розгляд факторів доплати до заробітної плати механізаторів, які дотримуються вимог охорони праці.
3. Встановлення раціонального режиму праці та відпочинку для всіх працівників, які беруть участь у сівбі та збиранні врожаю.

Рекомендації забезпечують безпеку та поліпшення умов праці в господарстві. Крім того, важливо регулярно перевіряти свої знання з охорони праці та покращувати освітлення території в нічний час.

ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. При вирощуванні пшениці ярої встановлено, що застосування хелатних форм цинкових та мідних добрив у різний спосіб є ефективним. Найбільш ефективною дозою хелатів цинку та міді при передпосівній обробці насіння є 20 г/100 кг (отримано збільшення врожайності зерна 0,20 т/га або 9,1 % до контролю і 0,14 т/га або 6,4 % відповідно), при некореновому підживленні у фазу кушіння – 20 і 10 г/га відповідно (0,20 т/га або 9,1 %), при некореновому підживленні у фазу виходу у трубку – 20 г/га (0,14 т/га або 6,4%, 0,16 т/га або 7,3%). Найкращий результат від застосування хелату цинку отримано при обробці насіння і некореновій підкормці у фазу кушіння, а хелату міді – некореновій підкормці у фазу кушіння.

2. Польова схожість насіння пшениці ярої збільшилася при застосуванні цинкових добрив способом обробки насіння до 75,4-91,5%; мідних добрив - 81,0-87,1% (контроль - 70,3). Виживання рослин залежно від доз та способів застосування цинкових добрив підвищилося до 57,5-82,7 %, мідних добрив – 64,6-78,9 % (контроль – 55,0).

3. Застосування хелатів цинку та міді позитивно впливали на характеристики структури врожаю. Продуктивна кущистість під час застосування цинкових добрив підвищилася до 3,10-3,77 см., мідних добрив – 2,90-3,35 см. (Контроль - 2,83). Найбільше зерен в головному колосі при обробці хелатом цинку сформувалося у варіанті обприскування у фазу виходу в трубку дозою 30 г/га – 45,42 шт., хелатом міді при обробці насіння Cu_{20} – 44,08 шт. (Контроль - 41,9). Маса зерна головного колосу у найкращих варіантах за врожайністю склала 1,32-1,47 г (у контролі – 1,28 г).

4. У найбільш результативних варіантах дослід з використанням хелату цинку для обробки насіння та підживлення пшениці в фазу кушіння

вдалося досягти врожайності на рівні 101,6 % та 73,9% відповідно, тоді як застосування хелату міді показало результат – 57,9% та 78,2%. У фазу виходу в трубку спостерігався суттєвий знижений рівень рентабельності, який у найкращих випадках становив 20,4% при використанні хелату цинку та 42,8% при використанні хелату міді. З аналізу економічних показників можна зробити висновок, що внесення мікродобрих під пшеницю в чорноземних ґрунтах є економічно доцільним, за винятком випадків, коли обприскування проводиться у фазу виходу в трубку, і рівень рентабельності виявляється дуже низьким або навіть від'ємним.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агрохімія: підручник/В.Г. Мінеєв [та ін]. - М.: Вид-во ВНДІА ім. Прянішнікова, 2017. - 854 с.
2. Амір М.Ф. Вплив рівня мінерального живлення та мікроелементів на формування врожаю ярої пшениці / М.Ф. Аміров, Д.І. Толокнов// Досягнення науки і техніки АПК. - 2019. - Т. 33. - № 5. - С. 18-20.
3. Бітюцький Н.П. Необхідні мікроелементи рослин/Н.П. Бітюцький. - СПб.: Вид-во ДЕАН, 2005. - 256 с.
4. Болдирев Н.К. Використання нормативних показників у методі листової діагностики до розрахунку норм добрив на запланований врожай пшениці // Агрохімія. - 1982. - № 2. - С. 105-113.
5. Болдирев Н.К. Комплексний метод листової діагностики, умов живлення, величини та якості врожаю сільськогосподарських культур: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук/Н.К. Болдирев. - М., 1972. - 48 с.
6. Васильєв А.А. Фоліарна обробка мікродобривом Тенсо-коктейль підвищує врожайність та якість бульб картоплі / О.О. Васильєв// Аграрна наука Євро-Північно-Сходу. - 2013. - №3 (34). - С.18-23.
7. Вернадський В.І. Вибрані твори/В.І. Вернадський. - М.: Вид-в АН СРСР, 1954. - Т.1. - 696 с.
8. Вільдфлуш І. Р. Агроекономічна оцінка застосування нових форм добрив та регуляторів росту при вирощуванні гороху / І. Р. Вільдфлуш, О. І. Мішура, О. В. Малашевська // Вісник Білоруської державної сільськогосподарської академії. - 2016. - №1. - С.74-78.
9. Вільдфлуш І. Р. Продуктивність, винесення елементів живлення та агроекономічна ефективність застосування макро-, мікродобрив та регуляторів росту при вирощуванні ярої та озимої пшениці / І. Р. Вільдфлуш, О. І. Мішура, С. Р. Чуйко // Вісник Білоруської державної сільськогосподарської академії. - 2018. - №1. - С.23-27.

10. Вільдфлуш І. Р. Ефективність застосування мікродобрив у хелатній формі при вирощуванні ярої пшениці // І.Р. Вільдфлуш, О.І. Мішура / Грунтознавство та агрохімія. - 2010. - № 2 (45). - С. 172-180.
11. Виноградов О.П. Геохімія рідкісних та розсіяних хімічних елементів у ґрунтах / А.П. Виноградів. - М.: Держ. вид-во с.-г. літ-ри, 1957. - 238с.
12. Виноградов О.П. Основні закономірності у розподілі мікроелементів між рослинами та середовищем /А.П. Виноградов // Мікроелементи у житті рослин та тварин. - М.: Вид-во АН СРСР, 1952. - С. 7-20.
13. Власюк П.О. Біологічні елементи у життєдіяльності рослин:Монографія/П.А. Власюк. - Київ: Наукова думка, 1969. - 516 с.
14. Вплив передпосівної обробки насіння хелатами мікроелементів на продуктивність ярої пшениці / Н.В. Гоман, І.А. Бобренко, В.М. Красницький, В.В. Попова // Родючість. - 2020. - №6 (117). - С.24-26.
15. Волкова В.А. До питання застосування сполук міді в технології обробітку ярої м'якої пшениці / В.А. Волкова// Агрохімічний вісник. - 2020. - № 2. - С. 68-72.
16. Гайсін І.А. Мікродобрива в сучасному землеробстві/І.А. Гайсін, Р.М. Сагітова, Р.Р. Хабібুলлін // Агрохімічний вісник. - 2010. - №4. - С. 13-15.
17. Гайсін І.А. Хелатні мікродобрива препарати (ЖУСС) на посівах ярої пшениці / І.О. Гайсін, М.Г. Муртазін// Агрохімічний вісник. - 2006. - № 5. - С. 16-17.
18. Гоман Н.В. Вплив передпосівної обробки насіння хелатами мікроелементів на врожайність ярої пшениці / Н.В. Гоман, І.А. Бобренко, В.В. Попова// Агрохімічний вісник. - 2020. - №6. - С. 38-42.
19. Дія мікродобрив на врожайність, збирання білка, якість продукції зернових та зернобобових культур / Аристархов О.М. [та ін] // Агрохімія. - 2010. - №9. - С. 36-42.
20. Єгоров В.С. Надходження Cu, Zn та Mn у рослинах ячменю та пшениці на дерново-підзолистому ґрунті з різним вмістом фосфору / В.С.

Сгоров // Важкі метали та радіонукліди в агроecosистемах. - М., 1994. - С. 124-129.

21. Єсаулко О.М. Вплив мікродобрив на врожайність та якість зерна озимої пшениці на чорноземі вилуженому / О.М. Єсаулко, Ю.І. Гречішкіна, А.Ю. Олійников // Агрохімічний вісник. - 2011. - № 4. - С. 10-12.

22. Єськін В.М. Вплив некореневого підживлення регуляторами росту та мікродобривами на продуктивність тритикале / В.М. Єськін, О.М. Кшнікаткіна, А.В. Самойленка // Зернове господарство. - 2007. - №7. - С. 11-12.

23. Журбицький З.І. Потреба рослин у живленні як основа застосування добрив/З.І. Журбицький. - М.: Вид-во АН СРСР, 1958. - 60 с.

24. Журбицький З.І. Фізіологічні та агрохімічні основи застосування добрив / З.І. Журбицький. - М.: АН СРСР, 1963. - 294 с.

25. Зирін Н.Г. Форми сполук цинку у ґрунтах та надходження його в рослини / Н.Г. Зирін, В.І. Реріх, Ф.А. Тихомиров. - Агрохімія. - 1976. - №5. - С. 124-132.

26. Каталимов М.В. Мікроелементи та мікродобрива / М.В. Каталимов. М.-Л.: Хімія, 1965. - 329 с.

27. Кашин В.К. Особливості накопичення мікроелементів у зерні пшениці у Західному Забайкаллі / В.К. Кашин, Л.Л. Убугунов // Агрохімія. - 2012. - № 4. С. 68-76.

28. Коларжик І. Аналіз рослин як метод вивчення правильного живлення рослин / І. Коларжик // За соціалістичну науку. - 1959. - №6. - С. 615-641.

29. Коровін О.І. Рослини та екстремальні температури / А.І. Коровін. – Л.: Гідрометеоздат, 1984. - 272 с.

30. Кудашкін М.І. Ефективність підживлення міддю та марганцем та динаміка вмісту цих елементів у ґрунтах / М.І. Кудашкін, М.М. Гераськін, І.І. Ігонів // Землеробство, 2008. - №3. - С. 18-20.

31. Кшнікаткіна О.М. Комплексні водорозчинні добрива, регулятори росту та бактеріальні препарати у технології обробітку ярої тритикале / О.М. Кшнікаткіна // Землеробство. - 2017. - №1. - С.40-43.
32. КшнікAdrino DC, Paulsrn GM, Murhy LS Phosphorus-iron та phosphoruszinc відносини в кукурудні (*Zea mays* L.) seedlings as mineral nutrition // Agron. J. - 1971. - V. 63. - P. 36-39.
33. Bobrenko IA, Goman NV, Pavlova E.Yu. Zinc Application Method Impacts Winter Triticale in Western Siberia// Better crops contents with plant food. - 2013. - Vol. XCVII (97) № 3. - P. 21-23.
34. Boyton D., Compton O. Leaf analysis in estimating potassium, magnesium і nitrogen потреби в fruits trees // Soil Science. - 1945. - 59. - P. 339-351.
35. Chapman HD Foliar sampling для визначення nutrient status of crops // World crops. - 1964. - №9. - P. 34-36.
36. Foliar feeding with zinc and copper chelates of spring soft wheat in the conditions of southern forest-steppe of Omsk Irtysh region / IA Bobrenko, VV Popova, NV Goman, A.A. Gaidar // Advances in Social Science, Education and Humanities Research. - 2019. - V. 393. - P. 232-235.
37. Grant CA, LD Bailey. influence of Zn and P fertilizer on such matter yield and nutrient content of flax (*Linum usitatissimum* L.) on soil varying in Ca and Mg level // Canadian journal of soil science. - 1989. - V. 69. - №3. - P. 461-472.
38. Improving Competitiveness of Wheat Production with the Siberian Region (in Terms of the Omsk region) / IA Bobrenko, OV Shumakova, NV Goman, YI Novikov, VI Popova, OA Blinov // Journal of Advanced Research in Law and Economics. - 2017. - V. VIII, Is. 2(24). - P. 426-436.
39. Increasing Economic Efficiency of Producing Wheat в West Siberia and South Ural, як Factor of Developing Import Substitution / DS Nardin, IA Bobrenko, NV Goman, EA Vakalova, SA Nardina// International Review of Management and Marketing. – 2016. – 6(4). -P. 772-778.

40. Lundegardh H. Leaf analysis / H. Lundegardh. - London, 1951. - 124 p.
41. Neubert P. Grund Laden i Anwendung der Pflanzen Analyse der Landwirshafftlichen Kulturen / P. Neubert. - Jena, 1982. - S. 1-72.
42. Reuter W., Smith PF Symposium: Minor elements в відношенні до soil factors; toxic effects accumulated copper в Florida soils // Proc. Soil. SCI. Soc. Florida, 1954. - 14. - P.17-24.
43. Singh M., Singh RS Response of wheat no zinc fertilization at different of levels of phosphorus in loamy sand soil // J. Indian. Soc. Soil. Science. - 1979. - V.27. - №3.
44. Singh M., Yadav DS Діяльність Cu, Fe, concentration i uptake of Cu, Fe, Mn i Zn в sorghum // J. Indian. Soc. Soil. Science. - 1980. - V.28. - P.113-118.
45. Smith PF, ред. - 1954. - 29. - P. 349-355.
46. Smith PF, Specht AW Heavy-metal nutrition and iron chlorosis of citrus seedlings // Plant Physiol. - 1953. - 28. - P.371-382.
47. Verma TS, Trapthi BR Interaction effects of P-Zn and P-Cu on dry matter yield micro-nutrient availability to rice in water-logged alfisols // Acta. Agronomika Hungarica. - 1986. - V.35. - №1-2. - P. 83-90.
48. Warnok RE Micronutrient uptake and mobility within corn plants (*Zea mays* L.) в відношенні до фосфору знижений zinc deficiency // Soil Sci. Soc. Am. Proc. - 1970. - V. 34. - P. 765-769.
49. Prevot P., Ollagnier M. Methode d'utilisation du diagnostic foliarie // Plant Analysis and Fertilizer Problems. - IHRO, Paris. - 1956. - P. 177-192.
50. Smith PF Mineral Analysis of Plant Tissues // Ann. Rev. Plant Physiol. - 1962. - V.13. - P. 81-108.