

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

рівня вищої освіти – Магістр

на тему: «Формування продуктивності ячменю ярого залежно від рівня мінерального живлення в умовах Львівської області»

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

СОКІЛ Володимир Орестович

Керівник:

Н.І. ВЕГА

Рецензент:

Дубляни, 2024

УДК 633.8:633.16(477.83)

Формування продуктивності ячменю ярого залежно від рівня мінерального живлення в умовах Львівської області. Сокіл В. О. – Кваліфікаційна робота. Кафедра агрохімії та ґрунтознавства. – Дубляни. Львівський національний університет природокористування, 2024.

83 с. текс. част., 14 табл., 11 рис., 64 джерела

Представлено результати досліджень формування продуктивності ячменем ярим за внесення різних норм мінеральних добрив та позакореневого підживлення мікродобривами на ясно-сірому лісовому ґрунті зони Полісся.

Відзначено поліпшення забезпеченості рослин легкогідролізованими сполуками азоту, рухомими сполуками фосфору та обмінними сполуками калію в період вегетації культури внаслідок застосування норм мінеральних добрив. Залежно від варіанту удобрення їх вміст в шарі ґрунту 0-15 см підвищувався відповідно на 31-52, 14-35 та 14-24 мг/кг ґрунту.

Встановлено позитивний вплив основного застосування макродобрив та позакореневого внесення мікродобрив на їх фоні на показники висоти рослин, площу листової поверхні, кількість продуктивних колосів ячменю ярого та елементи структури урожаю.

Доведено ефективність мінерального удобрення у нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ + Квантум хелат міді + Квантум хелат марганцю + Хелат цинк, що забезпечує найвищу урожайність ячменю ярого на рівні 5,79 т/га. Перевищення варіанту без добрив сягало 2,23 т/га. Зазначена система удобрення забезпечила найвищий вміст азоту, фосфору і калію в зерні. Вміст білка становив 11,74 %, маса 1000 зерен 48,5 г, натура зерна – 658 г. Рівень рентабельності складав 73,2 %.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	3
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. УПРАВЛІННЯ СИСТЕМОЮ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	9
1.1 Динаміка агрохімічних властивостей ґрунту під впливом мінерального удобрення ячменю ярого.....	9
1.2 Регулювання умов макроелементного та мікроелементного живлення ячменю ярого шляхом внесення добрив та їх вплив на урожайність	11
1.3 Система удобрення як провідний чинник впливу на показники якості зерна ячменю ярого	15
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	17
2.1 Клімат зони вирощування та метеорологічні умови періоду дослідження.....	17
2.2 Агрохімічна характеристика ясно-сірого лісового ґрунту	20
2.3 Методика проведення досліджень.....	23
2.4 Технологія вирощування ячменю ярого на дослідній ділянці та характеристика сорту.....	25
РОЗДІЛ 3. ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗАЛЕЖНО ВІД РІВНЯ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ В УМОВАХ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ (РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ)	27
3.1 Вплив мінерального удобрення на вміст у ґрунті основних елементів живлення в період вегетації ячменю ярого.....	27
3.2 Ріст і розвиток ячменю ярого під впливом фонів мінерального удобрення	31
3.3 Вплив мінерального удобрення та позакореневого застосування	

мікроелементів на показники структури урожаю ячменю ярого	37
3.4 Формування урожайності ячменем ярим залежно від норм внесення мінеральних добрив та підживлення мікродобривами на ясно-сірому лісовому ґрунті.....	40
3.5 Вплив норм мінеральних добрив та застосування мікродобрив на хімічний склад та якість зерна ячменю ярого.....	44
3.6 Оцінка економічної та енергетичної ефективності вирощування ячменю ярого залежно від рівня удобрення.....	51
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА.....	56
4.1 Стан ґрунтів та ефективне використання земельних ресурсів	56
4.2 Водні ресурси та їх охорона.....	57
4.3 Атмосферне повітря та його охорона	57
4.4 Стан охорони і примноження флори і фауни.....	59
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ.....	61
5.1 Стан охорони праці та цивільної оборони в	61
5.2 Покращення гігієни праці, техніки безпеки і пожежної безпеки за вирощування ячменю ярого у господарстві.....	62
5.3 Захист населення у надзвичайних ситуаціях	64
ВИСНОВКИ.....	66
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	68
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	69
ДОДАТКИ	76
Додаток А. Ксерокопія статті у матеріалах Міжнародного студентського наукового форуму „Студентська молодь і науковий прогрес”.....	77
Додаток Б. Технологічна карта вирощування ячменю ярого.....	79
Додаток В. Результати статистичної обробки даних урожайності ячменю ярого у 2023 рік.....	83

ВСТУП

Ячмінь ярий є перспективною культурою, яка характеризується високим потенціалом урожайності. Проте, середній щорічний показник урожайності залишається на низькому рівні – 3,3-3,6 т/га.

Сучасні сорти ячменю ярого в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах неоднаково реагують на впровадження технологічних заходів вирощування. Тому, важливо застосовувати адаптивні технології, з допомогою яких можливо розкрити потенційні можливості цієї культури.

В системі заходів першочерговим є підвищення ефективності застосування добрив на основі врахування забезпеченості ґрунту елементами живлення та погодного чинника. Важливо розробити науково-обґрунтовану систему удобрення на основі встановлення закономірної зміни продуктивності ячменю ярого під впливом внесення добрив.

Актуальність теми. Дослідженнями науковців проведеними у різних ґрунтово-кліматичних зонах встановлено, що система удобрення є вагомим чинником впливу на продуктивність зернових культур.

Оптимальні умови росту та розвитку ячменю ярого забезпечуються достатнім рівнем живлення в період вегетації основними макроелементами, зокрема, азотом, фосфором та калієм. Визначальний вплив на продукційний процес рослин має забезпеченість мікроелементами, серед яких провідна роль належить мангану, міді та цинку.

Актуальним є удосконалення системи удобрення ячменю ярого шляхом регулювання макроелементного удобрення та застосування мікродобрив на основі хелатів мікроелементів з метою підвищення продуктивності культури. Зазначене питання потребує вивчення в ґрунтово-кліматичних умовах зони Полісся.

Мета і завдання досліджень. Метою досліджень було оптимізувати систему удобрення ячменю ярого на ясно-сірому лісовому ґрунті Львівської

області за внесення норм мінеральних добрив і проведення підживлень мікродобривами та встановити їх вплив на продуктивність культури.

Для досягнення мети були поставлені наступні завдання:

- визначити вплив фону мінерального удобрення ячменю ярого на забезпеченість ґрунту основними елементами живлення;
- встановити залежність процесів росту та розвитку рослин ячменю ярого від застосування норм мінеральних добрив та мікроелементного підживлення;
- дослідити закладання елементів структури урожаю ячменем ярим під впливом рівня мінерального удобрення;
- обґрунтувати вплив внесення мінеральних добрив та мікроелементного живлення на урожайність, хімічний склад та якість зерна досліджуваної культури;
- надати економічну та енергетичну оцінку вирощування ячменю ярого внаслідок застосування макро- та мікроелементного удобрення.

Об'єкт дослідження – агрохімічні процеси в ясно-сірому лісовому ґрунті, процеси росту і розвитку, формування продуктивності й показників якості зерна ячменю ярого під впливом норм внесення мінеральних добрив та підживлення мікроелементами.

Предмет дослідження – показники забезпеченості ясно-сірого лісового ґрунту елементами живлення, динаміка показників урожайності, якості зерна залежно від рівня удобрення ячменю ярого, показники економічної та біоенергетичної ефективності вирощування культури.

Методи досліджень. В процесі досліджень використовували польовий, лабораторний та математично-статистичний методи.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше на ясно-сірому лісовому ґрунті в кліматичних умовах Львівської області обґрунтовано формування продуктивності ячменем ярим сорту Амадей внаслідок застосування норм мінеральних добрив та позакореневого внесення мікроелементів.

Удосконалено систему удобрення ячменю ярого та відзначено оптимальну норму внесення мінеральних добрив у поєднанні з позакореневою обробкою рослин мікродобривами на їх фоні, яка сприяє отриманню найвищої продуктивності культури та є економічно-доцільною.

Подальшого розвитку набуло питання підвищення ефективності застосування норм макро- та мікродобрив шляхом проведення позакорневих підживлень посівів мікродобривами на їх фоні у період вегетації.

Практичне значення одержаних результатів. Обґрунтовано особливості застосування макро- та мікродобрив під ячмінь ярий у зоні Полісся. Основне внесення мінеральних добрив у нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ та позакореневе підживлення Квантум хелат міді + Квантум хелат марганцю + Хелатин цинк дозволяє отримати урожайність ячменю ярого на рівні 5,79 т/га при рівні рентабельності 73,2 %.

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

Структура та обсяги роботи. Кваліфікаційна робота викладена на 83 сторінках друкованого тексту, включає 14 таблиць, 11 рисунків, у структуру роботи входить вступ, 5 розділів, висновки, рекомендації виробництву, бібліографічний список, який містить 64 найменування джерел літератури та 3 додатки.

РОЗДІЛ 1

УПРАВЛІННЯ СИСТЕМОЮ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1. Динаміка агрохімічних властивостей ґрунту під впливом мінерального удобрення ячменю ярого

Мінеральне живлення являє собою процес обміну поживними речовинами між рослиною та зовнішнім середовищем, їх надходженням з ґрунту в рослинний організм. Біологічна активність ґрунту залежить від біотичних та абіотичних чинників [12].

Управління колообігом та балансом елементів живлення у ґрунті під впливом мінерального удобрення покладено в основу інтенсивного ведення землеробства. Доцільність впровадження диференційованого підходу до використання мінеральних добрив набуває, на сучасному етапі, все більшої актуальності. Застосування добрив з урахуванням типу ґрунту та кліматичних умов дозволяє отримувати високі урожаї. Важливо обґрунтовано вносити добрива з метою підвищення родючості ґрунту, забезпечення рослин необхідними поживними елементами та підвищення продуктивності агроценозів [26; 53; 54].

Нормальні умови росту та розвитку ячменю ярого складаються за близької до нейтральної та нейтральної реакції ґрунтового розчину. Вирощування ячменю ярого на провапнованих ґрунтах забезпечується підвищенням його продуктивності внаслідок підвищення ефективності дії мінеральних добрив. Зокрема, дослідження показують, що внаслідок застосування мінерального удобрення в нормі 90 кг азоту, 90 кг фосфору та 90 кг калію на 1 га за діючою речовиною та внесення вапнякового матеріалу 1,5 розрахункової норми за гідролітичною кислотністю на дерново-підзолистому ґрунті збільшувало продуктивність культури. Урожайність

відносно фону без добрив підвищилася на 2,6 т/га, відносно фону мінеральних добрив без вапнування – на 1,6 т/га [39].

За даними [60], реалізація продукційного процесу культур має забезпечуватися оптимізацією властивостей ґрунту, створенням поживного режиму у відповідності до потреб рослин, що забезпечує відновлення його родючості.

Система удобрення впливає на зміну поживного режиму ґрунту. Це підтверджено дослідженнями проведеними на сірому лісовому ґрунті. За вирощування ячменю ярого у зерно-кормовій сівозміні та внесення 40 т/га гною під попередник і мінеральних добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ безпосередньо під ячмінь спостерігалось найістотніше підвищення вмісту у ґрунті елементів живлення у фазу сходів. Вміст легкогідролізованого азоту складав 123 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору – 126 мг/кг ґрунту, обмінного калію 113 мг/кг ґрунту за показників без внесення добрив – 96, 105, 94 мг/кг ґрунту відповідно. Застосування альтернативної системи удобрення, яка передбачала використання соломи попередника, післядію сидерату та норми внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ сприяло отриманню вмісту показників на рівні 111, 115 та 110 мг/кг ґрунту відповідно [56].

Лихочвор В. В. та співавтори [23] зазначають, що ячмінь ярий добре використовує післядію внесених добрив у сівозміні. Зокрема, на темно-сірому опідзоленому ґрунті Західного Полісся, внесення мінеральних добрив під культуру на фоні післядії органічних добрив сприяли підвищенню вмісту легкогідролізованого азоту у період вегетації ячменю ярого. За внесення лише мінеральних добрив у нормі по 60 кг/га д. р. азоту, фосфору і калію його вміст у фазу кушіння становив 93,2 мг/кг ґрунту за вмісту без добрив – 84,7 мг/кг ґрунту. На фоні післядії соломи, сидератів і внесення цієї норми добрив вміст азоту складав 101,7 мг/кг ґрунту. На варіанті удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$ та використання гички як добрива на фоні післядії соломи та сидератів він становив 103 мг/кг ґрунту [55].

1.2. Регулювання умов макроелементного та мікроелементного живлення ячменю ярого шляхом внесення добрив та їх вплив на урожайність

Формування високої продуктивності ячменю ярого відбувається під дією комплексу чинників. Дослідженнями наукових установ доведено, що впливовими чинниками на ріст і розвиток ячменю ярого та формування високої урожайності є кліматичні умови, система обробітку ґрунту, особливості сорту та удобрення [61; 62].

Система удобрення як один з основних технологічних елементів вирощування культури забезпечує приріст урожайності в межах 35-45 %. Регулювання умов мінерального живлення досягається збалансованим внесенням азотно-фосфорно-калійних добрив та мікродобрив залежно від типу ґрунту [10].

У ячменю ярого коренева система розвинена слабо, що позначається на здатності засвоювати поживні елементи. Це культура, яка потребує наявності у ґрунті доступних форм елементів живлення [24].

Потреба рослин у забезпеченні основними макроелементами та мікроелементами проявляється в період інтенсивного росту та накопичення вегетативної маси. Велике значення має оптимальна їх кількість у ґрунті у фазах від виходу в трубку до колосіння. Позакореневе внесення шляхом підживлення активують процеси розвитку надземної маси, закладання елементів продуктивності, що сприяє збільшенню урожайності [41].

З макроелементів першочергове значення для ячменю ярого має азот. Він бере участь у білковому обміні, входить до складу фосфатидів, хлорофілу, нуклеопротеїдів та інших сполук в рослині. Визначальна його функція у розвитку рослин полягає у тому, що він впливає на процес куціння рослин, під його впливом формується оптимальна густота продуктивних стебел на одиниці площі. Сприятливе азотне живлення підвищує якість зерна [6].

Забезпеченість рослин фосфором найбільш важлива на початкових фазах розвитку. Завдяки наявності фосфору відбувається краще засвоєння рослинами води з ґрунту та інших елементів живлення, він активує процес запліднення та формування плода, тобто зернівки. До початку виходу у трубку головного пагона ячменю ярого засвоюється близько 40 % фосфору.

Роль калію пов'язана з участю у процесах вуглеводневого та азотного обмінів, він підвищує стійкість рослинного організму до посушливих умов, до вилягання. У ячменю ярого найбільша потреба в калії припадає у період від фази ВВСН 30 до 51 [7].

З 1 т зерна та соломи культура виносить з ґрунту 24-27 кг азоту, 14-16 кг фосфору та 20-23 кг калію [23].

Рівень мінерального живлення є провідним регулюючим аспектом впливу на ростові процеси рослин, що забезпечує вирощування високих урожаїв. Встановлено, що шляхом застосування добрив можливо на 20 % підвищити стійкість зернових культур до ураження збудниками хвороб, мінімізувати негативний вплив погодних умов [17].

У дослідженнях проведених в умовах Хмельницької державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН урожайність ячменю ярого залежала від системи удобрення та способу обробітку ґрунту. Найвищий рівень урожаю отримано при внесенні мінеральних добрив в нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ та проведення полиневого обробітку ґрунту, яка складала в середньому за 18 років 4,01 т/га. Застосування органо-мінеральної системи удобрення за даного способу обробітку ґрунту, яка передбачала зароблення соломи попередника, який була гречка, з внесенням 10 кг/т азоту та мінеральних добрив під ячмінь у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ забезпечило урожайність на рівні 3,9 т/га зерна [19].

Тривале застосування добрив на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу у польовій зерно-буряковій сівозміні здійснювало вплив на урожайність зерна ячменю ярого. Внаслідок внесення по 45 кг/га діючої речовини азоту, фосфору і калію на 1 га сівозмінної площі

урожайність зростала відносно варіанту без добрив у п'ятій ротації на 7,7 ц/га, при внесенні по 135 кг/га діючої речовини азоту, фосфору і калію – на 16,1 ц/га. За внесення 13,5 т/га гною та $N_{67}P_{100}K_{54}$ вона підвищилася на 18,9 ц/га і становила 48 ц та була найвищою [9].

Вивчення доцільності підвищення норм мінеральних добрив внесених під сорти ячменю ярого проводили на чорноземі типовому. Найвищу урожайність сорту Миронівський 86 отримано на мінеральному фоні $N_{45}P_{30}K_{30}$, яка складала 46,5 ц/га. За підвищення норми мінеральних добрив до 50 кг/га азоту, 45 кг фосфору та 45 кг калію рівень урожаю знизився до 42,2 ц/га. На варіанті з внесенням 65 кг/га азоту та по 50 кг/га за діючою речовиною фосфору і калію він складав 43,1 ц/га. Найвищу урожайність сорту Вакула отримано на мінеральному фоні $N_{50}P_{45}K_{45}$, яка складала 48,3 ц/га, що пов'язано з реакцією сорту на певний рівень мінерального живлення [15].

Одним з основних показників родючості ґрунту є реакція ґрунтового розчину, від якої залежить ефективність мінеральних добрив та урожайність сільськогосподарських культур. Дослідження Польового В. М., Ткача Є. Д. та інших [39], які були проведені в умовах Західного Полісся показали, що продуктивність ячменю ярого підвищується внаслідок застосування мінеральних у поєднанні з вапнуванням. Мінеральне удобрення на дерново-підзолистому зв'язно-піщаному ґрунті у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ забезпечило зростання урожайності культури порівняно з неудобреним варіантом на 1,05 т/га зерна. За внесення повної розрахункової норми $CaMg(CO_3)_2$ за гідролітичною кислотністю на фоні цієї норми добрив, вона зросла відносно контролю на 2,3 т/га. Додаткове внесення сірки у нормі 40 кг/га д.р. на фоні норми добрив та вапнування забезпечило приріст урожаю 2,46 т/га зерна.

Важливе значення для ячменю ярого мають мікроелементи, зокрема, манган, мідь, бор, молібден, цинк, які виконують важливі фізіологічні функції. Відомо, що внесення мікродобрив забезпечує підвищення

урожайності, покращує показники якості, підвищує стійкість рослин до негативного впливу погодних умов в період вегетації [37].

В матеріалах досліджень Кулика І. О. [21], завдяки оптимізації мінерального удобрення в Північному Степу України, зокрема, способів, норм та строків внесення добрив вдалося підвищити урожайність ячменю ярого. При внесенні мінеральних добрив в нормі по 20 кг на 1 га діючої речовини азоту, фосфору і калію приріст урожаю від контролю складав 2,5 %, при збільшенні норм добрив до 40 кг/га кожного елементу – 5,5 %. Додаткове внесення 30 кг азоту на даних фонах сприяло підвищенню рівня урожайності на 11,5 та 18,0 %. За позакореневого удобрення мікродобривом Реаком СР-Зерно показник зростав на 6,0-7,1 %.

На чорноземі типовому Харківського національного університету імені А. В. Докучаєва найвищу урожайність забезпечувало підживлення посівів добривом Кристалон у поєднанні з біологічним препаратом Агро-ЕМ. Отримано приріст урожайності ячменю ярого на рівні 0,12 т/га [44].

За даними Іщенко В. А. та Козелець Г. М. [16], позакореневе обприскування ячменю ярого сорту Статок мікродобривом Реаком з нормою витрати 4 л/га після попередника сої сприяло отриманню найвищого рівня урожайності, який складав 5,53 т/га. Без обробки отримано 4,49 т/га зерна.

Згідно результатів Коваленка О. та співавторів [19] за внесення мінеральних добрив у нормі $N_{45}P_{45}K_{30}$ зернова продуктивність сорту Аватар становила 4,43 т/га, Сталкер – 3,89 т/га, Гермес – 3,96 т/га. Мікроелементне підживлення у фазу кушіння проявилось у її підвищенні відповідно до 4,60, 4,03, 4,07 т/га.

Враховуючи наведений огляд результатів досліджень проведених у різних ґрунтово-кліматичних зонах України, можна стверджувати, що мінеральне макроелементне удобрення та застосування мікродобрив підвищує урожайність ячменю ярого. У зв'язку з цим удобрення є одним з основних елементів технології вирощування.

1.3. Система удобрення як провідний чинник впливу на показники якості зерна ячменю ярого

На ефективність мінеральних добрив внесених під ячмінь ярий впливають погодні умови вегетації. Відповідно під дією цього чинника формуються показники якості зерна. Зокрема, вміст білка в зерні ячменю ярого істотно залежить від сортових особливостей та технологічних прийомів вирощування, а також від фотосинтетичної активної радіації, перепаду температури впродовж доби, тривалості дня. Встановлено, що під впливом азотних добрив вміст білка в зерні, у більшій мірі, зростає у посушливих умовах, у роки з випаданням великої кількості опадів він знижується [50; 63; 64].

Дослідженнями проведеними у Правобережному Лісостепу України встановлено істотну залежність хімічного складу зерна ячменю ярого від проведення кореневих підживлень азотом. Вміст сирого протеїну та цукрів в зерні збільшувався при внесенні вищих норм азоту, зокрема N_{60} та N_{90} , де відповідно становили 15,7-15,9 % та 5,55-5,56 % на повітряно-суху речовину. Вміст білка був найвищим за внесення 90 кг/га азоту і перевищував неудобрений фон залежно від року досліджень на 2,5-3,3 % [42].

За вирощування ячменю ярого сорту Східний після гороху на чорноземі звичайному з нормою внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{30}$ спостерігалось підвищення натуре зерна до 670,5 г/л за її значення на фоні без добрив 660 г/л, маса тисячі зерен підвищилася з 50,8 до 52,7 г [20].

У матеріалах досліджень Оничка В. І. та Бердіна С. І. [31] проведених в Північно-східному Лісостепу України представлено експериментальні дані щодо реакції сортів ячменю ярого на зміну норм висіву та мінеральне удобрення. Встановлено отримання найкращої якості зерна дворядного сорту Чарівний, яка проявилася на різних фонах мінерального живлення за норми висіву 4,0 млн. насінин на 1 га. Найвища маса 1000 зерен була за внесення мінеральних добрив у нормі $N_{45}P_{45}K_{45}$ під основний обробіток і складала

49,7 г, натура зерна – 658 г/л. На контролі без добрив маса 1000 зерен складала 46,1 г, натурна маса – 635 г/л. Таким чином, удобрення підвищувало ці показники відповідно на 3,2 г та 23 г/л.

Машинник О. О. зазначає, що вміст білка залежить від рівня мікроелементного живлення. Зокрема, за одноразового підживлення посівів ячменю ярого сорту Здобуток монохелатом марганцю на фоні мінеральних добрив $N_{60}P_{90}K_{90}$ він становив 12,0 %. За дворазового підживлення монохелатом мангану та міді на цьому фоні показник становив 12,5 %. Відносно варіанту без добрив вміст білка підвищувався відповідно на 1,0 та 1,5 % [27].

У дослідженнях [5] за позакореневого внесення мікродобрива Вуксал Р Мах у нормі 4,5 л/га за вегетацію на фоні внесення під ячмінь ярий мінеральних добрив у нормі 30 кг/га азоту та по 45 кг/га фосфору і калію підвищувалася білковість зерна. Вміст білка складав 10,6 %. Позакореневе підживлення цим добривом на фоні внесення за діючою речовиною 60 кг азоту та по 90 кг фосфору і калію забезпечило показник вмісту білка на рівні 11,5 %.

Відомо, що в несприятливих умовах вегетації, зокрема за посушливих умов, ефективність гранульованих мінеральних добрив знижується, проте важливим фактором впливу на якісні показники є позакореневе підживлення. Засвоєння доступних елементів через листову поверхню рослини відбувається інтенсивно, тому цей захід є ефективним [44].

Вивчення ефективності мікродобрив та рістрегуляторів рослин проведених на темно-сірому середньо-суглинковому ґрунті Західного Лісостепу показало, що їх застосування поліпшує якість зерна ячменю ярого. Внаслідок внесення мікроелементного добрива Вимпел у 39 та 51 фазах маса 1000 зерен складала 42,6 г за показника без внесення – 39,2 г, вміст білка підвищився з 9,6 до 11,0 % [3].

Отже, обґрунтоване застосування мінеральних добрив у поєднанні з мікродобривами забезпечує поліпшення якості зерна.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Клімат зони вирощування та метеорологічні умови періоду дослідження

Клімат – це основний чинник ґрунтоутворення. Кліматичні умови, важливе значення серед яких має кількість опадів, сума активних температур, рівень інсоляції впливають на стан розвитку сільськогосподарських культур та тривалість вегетаційного періоду. Врахування кліматичного чинника та погодних умов у період вегетації при застосуванні технологічних прийомів вирощування ячменю ярого забезпечує отримання високої його продуктивності.

Дослідження проводили у, яке знаходиться у
 За природно-сільськогосподарським районуванням, яке ґрунтується на поділі території за сукупністю природних чинників, зокрема, з урахуванням клімату, рельєфу, типів ґрунтів, розташоване у
 провінції. Згідно з даними Позняка С. П. та співавторів це природно-сільськогосподарський район, якому характерні своєрідні особливості кліматичних умов [35].

Клімат зони помірно-континентальний. На територію регіону проникають повітряні маси з Атлантики, що безпосередньо впливає на температурні показники.

У зоні Полісся середня багаторічна дата переходу температури повітря навесні через 0 °С припадає на 18-20 березня, через +5 °С – 9-11 березня. Перехід температурного показника через 0 °С в осінній період спостерігається у третій декаді жовтня – першій декаді листопада. Безморозний період триває, в середньому, 150 днів. Тривалість періоду з

температурою повітря, що перевищує 5 °С становить 193 дні, 10 °С – 157 днів.

Сума активних температур є важливим показником, який характеризує теплозабезпеченість вегетаційного періоду. Згідно багаторічних даних сума температур понад 5 °С дорівнює 2855 °С, понад 10 °С – 2460 °С. Тривалість вегетаційного періоду – 205 днів.

За гідротермічним режимом територія господарства належить до зони достатнього зволоження. Найвища кількість опадів випадає у теплий період року – з червня по жовтень. За цей період випадає 360-455 мм опадів.

У рік проведення досліджень значення температури повітря дещо відхилялися від середнього багаторічного значення, проте були сприятливими для розвитку досліджуваної культури (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Середньомісячні показники температури повітря у 2023 році за даними метеостанції, °С

Показ- ник	Місяць спостереження											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2023 р.	1,2	0,5	4,4	7,3	12,9	16,2	19,4	20,5	16,6	10,3	3,8	1,0
Серед- ній багато річний	-3,3	-2,2	2,4	7,8	13,5	16,6	18,4	17,0	13,7	8,4	-1,3	-1,5
Відхи- лення	4,5	2,7	2,0	-0,5	-0,6	-0,4	1,0	3,5	2,9	1,9	5,1	2,5

Ячмінь ярий характеризується коротким періодом вегетації, який триває з квітня по липень. Тому доцільним є проведення детального аналізу метеорологічних умов цього періоду. На квітень припадає період сівби культури, рослини проходять фази першої макростадії. Середньомісячна температура повітря цього місяця склала 7,3 °С та бала нижчою порівняно з середньою багаторічною на 0,5 °С. У травні спостерігалось підвищення

показника до 12,9 °С, що позитивно впливало на подальший розвиток рослин. Відхилення від багаторічного значення було на рівні -0,6 °С. Середній температурний показник червня становив 16,2 °С, липня – 19,4 °С, відхилення були на рівні, відповідно, -0,4 та 1,0°С.

Для формування високої продуктивності ячменю ярого важливе значення має оптимальна кількість опадів у вегетаційний період, який у 2023 році характеризувався достатніми умовами зволоження (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Середня місячна сума опадів у 2023 році за даними
..... метеостанції, мм

Сума опадів	Місяць											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2023 р.	40	62	74	63	32	95	108	35	59	55	67	73
Серед- ня багато- річна	38	44	41	40	63	78	85	70	57	35	45	51
Відхи- лення	2	18	33	23	-31	17	23	-35	2	20	22	22

З початку вегетації ячменю ярого, зокрема в квітні, спостерігалось випадіння 63 мм опадів, що значно перевищувало середнє багаторічне значення – на 23 мм. У цьому місяці спостерігалось 16 днів з випаданням опадів. Сума опадів травня складала 32 мм, що було нижчим від багаторічної кількості на 31 мм. Зазначена кількість опадів випала за 13 днів. У червні вона підвищилася до 95 мм, відхилення складало 17 мм. Найвища кількість опадів випала у липні – 108 мм, перевищення багаторічної норми сягало 23 мм. Кількість днів з опадами складала 20. Випадання найбільшої кількості опадів відзначено у першій декаді липня, зокрема, 07 липня випало 25 мм опадів.

В цілому погодні умови 2023 року позитивно впливали на розвиток ячменю ярого.

2.2. Агрохімічна характеристика ясно-сірого лісового ґрунту

Дослідження еволюції ґрунтів та її впливу на формування агроландшафтів набуває все більшої актуальності в сучасних умовах господарювання та має велике практичне значення. На сучасному етапі, в результаті здійснення антропогенної діяльності поширеною є деградація ґрунтів. Вивчення процесу формування ґрунтів, встановлення трансформації їх агрохімічних, механічних та фізико-хімічних властивостей у часі дає можливість отримати інформацію про стан ґрунтового покриву. На основі цих даних прогнозують подальші зміни у їхньому складі та розвиток ландшафтів, розробляють заходи захисту ґрунтового покриву від деградаційних процесів [46].

У господарстві поширені ясно-сірі лісові ґрунти, які залягають на лесоподібних суглинках. За гранулометричним складом цей тип ґрунту грубопилувато-легкосуглинковий. Формування ясно-сірого лісового ґрунту відбувалося під впливом періодичного промивного водного режиму та за умов розчленованого рельєфу.

Вміст фізичної глини у гумусо-елювіальному горизонті коливається від 21,9 до 23,1 %, вміст мулистої фракції складає 5,3-7,9 %. В ілювіальному горизонтів кількість мулу збільшується, в інших горизонтах вниз по профілю зменшується. У генетичних горизонтах переважає фракція грубого пилу [36].

Профіль ясно-сірого лісового ґрунту представлений генетичними горизонтами:

HE (0-10 см) – гумусо-елювіальний горизонт, якому характерне світло-сіре забарвлення з бурим відтінком, рихлий, має горіхувато-грудкувату структуру, наявна присипка SiO_2 , містить корені рослин, перехід у елювіальний горизонт виражений за структурою та кольором.

Eh (11-20 см) – елювіальний слабогумусований, ясно-сірого кольору, характерний білуватий відтінок, відзначається щільністю, має пластинчасту структуру, перехід у нижній горизонт поступовий.

Eh (21-26 см) – елювіальний ілювіований слабогумусований горизонт, характеризується ущільненням, сірим з бурим відтінком забарвленням, пластинчастою структурою.

Ie (27-45 см) – ілювіальний елювіований, темно-бурого кольору, горіхуватої структури, особливістю горизонту є наявність кремнеземної присипки та колоїдного лаку на гранях структурних агрегатів, перехід поступовий.

I (46-81 см) – ілювіальний горизонт, має коричнево-буре забарвлення, призматично-горіхувату структуру, структурні агрегати покриті плівками органо-мінерального походження та присипкою кремнезему

IP (82-115) – ілювіальний перехідний до ґрунтовірної породи горизонт, щільний з темним забарвленням, структура горіхувата, наявні натіки колоїдів, у материнську породу переходить поступово, що прослідковується за забарвленням.

Pi(k) (116-130 см) – слабоілювіована материнська порода, характерне світло-буре забарвлення, наявні натіки колоїдів бурого кольору, перехід у нижній горизонт – карбонатний лесоподібний суглинок проявляється за закипанням від HCl [35].

Ясно-сірий лісовий ґрунт у верхньому горизонті відзначається ступенем структурності на рівні 95 %, що вказує на високу водостійкість структурних агрегатів до розмивання, добрим ступенем агрегатності – 66,8 %, числом агрегації – 15,5 %, низьким показником протиерозійної стійкості – 2,0 %. Мікроагрегатованість ґрунту знижується з глибиною.

Характеризуючи структурно-агрегатний склад варто відмітити відносно високий вміст, на рівні 63,9-66,8 %, в гумусо-елювіальному горизонті агрономічно-цінних окремоостей, що дозволяє оцінити стан структури ґрунту як добрий [1].

Щільність твердої фази орного шару ґрунту становить $2,61 \text{ г/см}^3$, щільність будови – $1,38 \text{ г/см}^3$, загальна шпаруватість – $47,1 \%$. Щільність будови залежить від термінів та способів обробітку ґрунту. Запаси гумусу низькі, у шарі 0-25 см показник найвищий і становить $44,7 \text{ т/га}$, у нижніх генетичних горизонтах зменшується. В фракційно-груповому складі гумусу за профілем співвідношення гумінових кислот до фульвокислот змінюється від 0,5 до 0,8. Гуміфікація органічної речовини оцінюється як середня.

У хімічному складі наявний високий вміст кремнезему, вміст карбонатів кальцію змінюється від $1,8$ до $10,9 \%$. Ступінь насиченості основами складає $85,8 \%$ [38].

Агрохімічна характеристика ґрунту дослідної ділянки подана у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Характеристика ясно-сірого лісового ґрунту перед закладанням дослідів в 2023 році

Значення показника	Глибина, см	
	0–15	16–30
$\text{pH}_{\text{КСІ}}$	5,62	5,71
Вміст гумусу, %	1,92	1,84
Азот легкогідролізованих сполук	105	93
Рухомі сполуки фосфору	87	80
Обмінні сполуки калію	78	71

Перед закладанням дослідів ясно-сірий лісовий ґрунт відзначався низьким вмістом азоту легкогідролізованих сполук, який був на рівні 115 мг/кг ґрунту у верхньому від 0 до 15 см шарі. Вміст рухомих сполук фосфору та обмінних сполук калію згідно групування ґрунтів за методом Чирикова в зазначеному ґрунтовому шарі середній, відповідно показники склали 87 та 78 мг/кг ґрунту. Реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної, за вмістом гумусу ґрунт дуже низько забезпечений – $1,92 \%$.

Ясно-сірий лісовий ґрунт характеризується невисокою природною родючістю, проте внаслідок антропогенного впливу, який полягає у їх окультуренні забезпечується покращення агрохімічних, фізико-механічних та інших його властивостей.

2.3. Методика проведення досліджень

В основу наукових досліджень покладено експеримент, який є основою перевірки гіпотези та теорії. Експеримент передбачає вивчення об'єкта дослідження за певних умов з врахуванням різних чинників впливу. Дотримання методичного рівня проведення досліджень покладено в основу отримання достовірних результатів.

Польові дослідження проводили у 2023 році за зальноприйнятною методикою [14] відповідно до схеми досліду, у яку включено варіанти:

- 1) Контроль (без добрив)
- 2) $N_{45}P_{30}K_{30}$
- 3) $N_{45}P_{30}K_{30}$ + Квантум хелат міді, 1,1 л/га + Квантум хелат марганцю, 1,1 л/га + Хелат цинк, 1,0 л/га;
- 4) $N_{80}P_{60}K_{60}$
- 5) $N_{80}P_{60}K_{60}$ + Квантум хелат міді, 1,1 л/га + Квантум хелат марганцю, 1,1 л/га + Хелат цинк, 1,0 л/га;

Мінеральні добрива у формі нітроамофоски (N:P:K – 16:16:16) та аміачної селітри (34 % д.р.) вносили під культивування. На фонах мінерального удобрення у третьому та п'ятому варіантах застосовували дворазове позакореневе внесення мікродобрив у фазу за шкалою ВВСН 23 та 32. На контролі, 2 та 4 варіантах проводили обприскування рослин водою.

Квантум хелат міді – це мідне хелатне мікродобриво, яке застосовується з метою корекції дефіциту міді у період вегетації культури. В хімічному складі мікродобрива вміст купруму складає 64 г/л, також містить амінокислоти. Густина добрива складає 1,22 кг/л, рН – 5,6.

Квантум хелат марганцю являє собою концентроване добриво на халатній основі з вмістом мангану 64 г/л, що забезпечує інтенсивне засвоєння цього елементу рослиною. У склад мікродобрива введено комплекс біологічно-активних речовин.

До складу мікродобрива Хелат цинк входить цинк, 80 г/л, містить сполуки фосфору та калію у легкозасвоюваній формі. Завдяки спеціальній формуляції легко проникає крізь листову поверхню та сприяє забезпеченості рослин цинком у критичні фази розвитку.

У досліді площа посівної ділянки складала 72 м², облікової ділянки – 42 м². Дослід закладали у триразовому повторенні з випадковим розміщенням варіантів.

До закладання дослідів та у період вегетації ячменю ярого відбирали зразки ґрунту для аналізу [59]. Визначення забезпеченості ґрунту азотом легкогідролізованих сполук проводили користуючись методом Корнфілда [57], рухомих сполук фосфору та обмінних калію – Чирикова. Реакцію ґрунтового розчину визначали за допомогою рН-метра [58].

Дослідження згідно з темою кваліфікаційної роботи передбачали дослідження впливу удобрення на ростові процеси рослин. У зв'язку з цим проводили визначення площі фото синтезуючої поверхні методом висічок, вимірювання висоти рослин, густоти продуктивних стебел шляхом накладання рамки. Визначення якісних показників зерна передбачали встановлення вмісту білка в зерні за з ГОСТ 10846-91, азоту, фосфору і калію в зерні методом мокроого озолення за Гінзбург.

Проведено розрахунки біоенергетичної ефективності технології вирощування культури згідно з прийнятою методикою [28].

Статистичне опрацювання результатів досліджень проведено з використанням Microsoft Excel та Statistica 10.

2.4. Технологія вирощування ячменю ярого на дослідній ділянці та характеристика сорту

Технологічні прийоми вирощування ячменю ярого у польовому досліді здійснювало у відповідності з загальноприйнятою технологією вирощування у зоні Полісся України.

Система обробітку ґрунту передбачала заходи основної та передпосівної підготовки ґрунту. Слідом за збором попередника проведено дискування на глибину 14 см дисковим знаряддям Vaderstad Carrier L. Основний обробіток передбачав проведення оранки на глибину 25 см.

В системі передпосівного обробітку проводили ранньовесняну культивуацію з одночасним боронуванням на глибину 12 см. Підготовку ґрунту до сівби здійснювали комбінованим ґрунтообробним агрегатом, який забезпечує проведення декількох технологічних операцій за один прохід. Зокрема, подрібнює рослинні решки, розпушує верхній ґрунтовий шар створює дрібногрудочкувату структуру ґрунту, що дуже важливо для отримання дружніх сходів та вирівнює поверхню поля.

Сівбу проводили 10 квітня сівалкою на глибину 3,5 см з нормою висіву 4,4 млн. насінин на гектарну площу.

У боротьбі з сажковими хворобами, пліснявінням насіння, корневими гнилями насіння протруювали препаратом Вайбранс Інтеграл 235 FS, т.к.с. з нормою витрати 1,7 л/т насіння. Діючі речовини протруйника седаксан, 5 г/л + флудиоксоніл, 25 г/л + тебуконазол, 10 г/л + тіаметоксам, 175 г/л. В фазі сходів посіви обприскували інсектицидом Сумі-альфа, к.е. (есфенвалерат, 50 г/л), 0,2 л/га з метою захисту від пошкодження смугастою блішкою, п'явицею, шведською мухою [40].

У фазу за ВВСН 25 вносили бакову суміш інсектициду Альфагард, 100 к.е., 0,15 л/га, фунгіциду Альто 240ЕС, к.е., 0,5 л/га та гербіциду Аккурат 600, в.г., 9 г/га у боротьбі з однорічними та багаторічними дводольними бур'янами. Захист посівів у 35 фазі полягав у застосуванні

фунгіциду Адексар Плюс, к.е, 0,8 л/га та гербіциду Аксіал 045 ЕС, 1,0 л/га [34; 40].

На дослідній ділянці вирощували сорт ячменю ярого зернового напряму використання Амадей. Оригіном є Інститут кормів та сільського господарства Поділля Національної академії аграрних наук України. Сорт занесений до Державного реєстру в 2021 році, рекомендований для вирощування у географічній зоні Полісся, а також Лісостепу та Степу.

До основних ідентифікаційних морфологічних ознак сорту Амадей відноситься напіврозлога форма куща, наявність сильного антоціанового забарвлення вушок прапорцевого листка, слабкий восковий наліт на піхві прапорцевого листка, антоціанове забарвлення остюків, слабкий восковий наліт на колосі. Колос дворядний, нещільний, відзначається середньою довжиною та пірамідальною формою та довгими остюками.

Зернівка півчаста еліптичної форми, на поверхні зовнішньої квіткової луски наявна зморшкуватість, перехід луски до остюка поступовий. На зовнішній квітковій лусці відсутнє антоціанове забарвлення жилок, колір внутрішніх жилок на нижній квітковій лусці слабо виражений. Алейроновий шар має незначне забарвлення, лодикули розташовані охоплюючи. Верхня частина вушок загострена, язичок має середній ступінь виявлення. В перерізі соломина виповнена слабо, відзначено розвинуті стерильні колоски на колосі.

Проведені дослідження господарських показників придатності сорту показали, що середня урожайність за п'ять років складала 4,38 т/га, за стандартної вологості – 5,28 т/га. Показник вирівняності зерна знаходився на рівні 92,7 %. Вегетаційний період триває 82 дні.

Оцінка стійкості рослин до ураження хворобами виражена у балах наступна: до гельмінтоспоріозу – 7,0, до бурої іржі та борошнистої роси – 8. Стійкість до вилягання та посухи в роки сортовипробування оцінювалася на рівні 8 балів [32].

РОЗДІЛ 3

ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗАЛЕЖНО ВІД РІВНЯ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ В УМОВАХ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ (РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ)

1.1. Вплив мінерального удобрення на вміст у ґрунті основних елементів живлення в період вегетації ячменю ярого

Оптимальні умови отримання високопродуктивних посівів складаються при забезпеченості рослин поживними елементами на рівні 100 %. Регулювання поживного режиму ґрунту здійснюється шляхом врахування надходження та виносу елементів живлення. Ступінь засвоєння рослинами елементів живлення визначається наявністю їх рухомих форм. Умовою розроблення обґрунтованої системи удобрення є встановлення закономірностей впливу мінеральних добрив на показники ґрунтової родючості [7].

В дослідженнях спостерігався позитивний вплив добрив на забезпеченість рослин ячменю ярого в період вегетації азотом легкогідролізованих сполук (табл. 3.1).

У фазу за ВВСН 39 макростадії 3 в шарі ґрунту 0-15 см на неудобреному варіанті у ґрунті містилося 81 мг/кг ґрунту легкогідролізованого азоту. При внесенні мінеральних добрив цей показник зростав. На варіанті застосування $N_{45}P_{30}K_{30}$ його вміст був на рівні 112 мг/кг ґрунту, тобто підвищився на 31 мг. За позакореневого підживлення мікродобривами Квантум хелат міді, Квантум хелат марганцю, Хелат цинк на даному фоні показник був на рівні фону без підживлення і становив 115 мг/кг ґрунту.

Внаслідок внесення вищої норми мінеральних добрив у варіанті 4 ($N_{80}P_{60}K_{60}$) та за поєднання цієї норми з внесенням хелатів мікроелементів у варіанті 5 вміст азоту легкогідролізованих сполук був найвищим. Його

значення складали відповідно 129 та 133 мг/кг ґрунту, перевищення варіанту без добрив було на рівні 48 та 52 мг/кг ґрунту.

Таблиця 3.1 – Вміст у ясно-сірому лісовому ґрунті легкогідролізованих сполук азоту за вирощування ячменю ярого залежно від макроелементного та мікроелементного удобрення, мг/кг ґрунту

Варіант	Фаза ВВСН 39		Фаза ВВСН 89	
	0–15 см	16–30 см	0–15 см	16–30 см
1. Контроль (без добрив)	81	75	68	62
2. N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀	112	104	96	87
3. N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀ + Квантум хелат міді + Квантум хелат марганцю + Хелат цинк	115	106	98	90
4. N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	129	121	114	100
5. N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀ + Квантум хелат міді + Квантум хелат марганцю + Хелат цинк	133	123	117	103

У ґрунтовому шарі від 16 до 30 см вміст азоту змінювався від 75 мг/кг ґрунту на варіанті без добрив до 123 мг/кг ґрунту на фоні п'ятого варіанту.

Процеси росту і розвитку ячменю ярого протягом вегетаційного періоду супроводжувалися засвоєнням з ґрунту азоту на формування продуктивності. Відповідно в фазу за ВВСН 89 макростадії 8, у якій спостерігається дозрівання зерна та наступає повна рання його стиглість, показники були нижчими.

На контролі у верхньому ґрунтовому шарі забезпеченість лужногідролізованим азотом була найнижча і становила 68 мг/кг ґрунту, на фоні удобрення другого та третього варіантів підвищилася на 28 та 30 мг/кг ґрунту. Його забезпеченість була на рівні 96 та 98 мг/кг ґрунту. При збільшенні норми азоту до 80 кг/га та фосфорно-калійних добрив до 60 кг/га спостерігалася підвищення його вмісту на 46 мг/кг ґрунту, при внесенні

халатів мікроелементів – всього на 49 мг/кг ґрунту за показників вмісту 114 та 117 мг/кг ґрунту.

На глибині 16-30 см у даній фазі показники зростали за варіантами досліду від 62 до 103 мг/кг ґрунту.

Вміст рухомого фосфору також змінювався залежно від варіанту застосування добрив (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Забезпеченість ячменю ярого рухомими сполуками фосфору у вегетаційний період під вплив удобрення, мг/кг ґрунту

Фон удобрення	Фаза ВВСН 39		Фаза ВВСН 89	
	0–15 см	16–30 см	0–15 см	16–30 см
1. Контроль (без добрив)	76	70	65	60
2. N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀	90	82	83	75
3. N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀ + Квантум хелат міді + Квантум хелат марганцю + Хелат цинк	92	83	84	75
4. N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	109	102	91	82
5. N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀ + Квантум хелат міді + Квантум хелат марганцю + Хелат цинк	111	103	93	83

На першому варіанті досліду у 39 фазу визначення вміст фосфору на глибині ґрунту від 0 до 15 см становив 76 мг/кг ґрунту. За внесення 45 кг азоту, 30 кг фосфору та 30 кг калію у діючій речовині на 1 га він складав 90 мг/кг ґрунту, що вище від контролю на 14 мг/кг ґрунту. Підживлення халатами мікроелементів за даної норми добрив практично не вплинуло на зміну показника, його вміст складав 92 мг/кг ґрунту.

Найвищим вміст рухомих сполук фосфору був у варіанті 4 та 5, де становив 109 та 111 мг/кг ґрунту, що перевищило контроль на 33 та 35 мг/кг ґрунту.

В шарі 16-30 см вміст фосфору варіював від 70 до 103 мг/кг ґрунту.

Внаслідок засвоєння фосфору впродовж вегетації в 89 фазі його вміст у ґрунтового розчині знизився, проте тенденція до підвищення за фонами удобрення зберігалася. На фонах удобрення у шарі 0-20 см показники коливалися від 83 до 93 мг/кг ґрунту, що вище від варіанту без добрив на 26-28 мг/кг ґрунту.

Вміст обмінних сполук калію на контрольному варіанті в фазу ВВСН 39 був найнижчим і складав 69 мг/кг ґрунту (рис. 3.1).

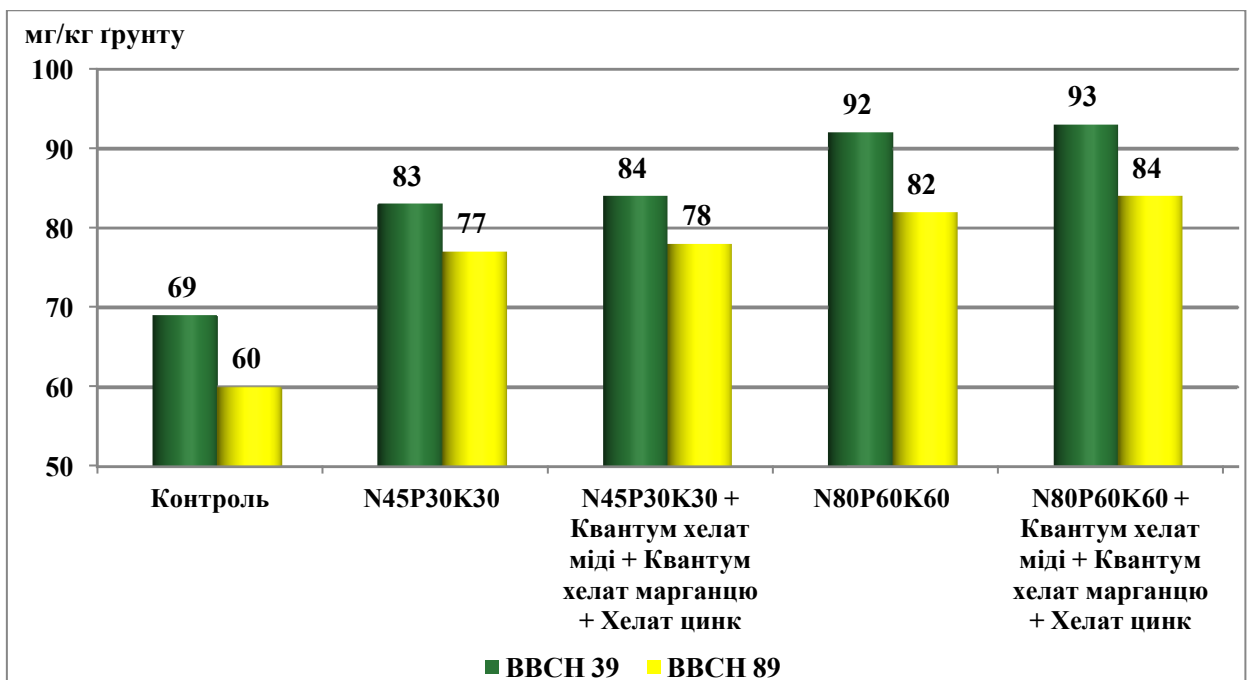


Рисунок 3.1 – Залежність вмісту обмінних сполук калію в ґрунті від рівня мінерального удобрення за фазами вегетації культури в шарі від 0 до 15 см

Застосування мінеральних добрив обумовлювало підвищення вмісту обмінного калію у другому та третьому варіантах на 14-15 мг/кг ґрунту, показники склали 83 та 84 мг/кг. На фонах удобрення четвертого та п'ятого варіантів зростання вмісту калію було найвищим і складало 23-24 мг/кг ґрунту за показників 92 та 93 мг/кг ґрунту.

У 89 фазі вміст калію зменшився порівняно з 39 фазою, проте внесення добрив підвищувало показник на 17-24 мг/кг ґрунту.

Отже, підживлення посівів хелатами мікроелементів не впливали на зміну вмісту елементів живлення у ґрунті.

3.2. Ріст і розвиток ячменю ярого під впливом фонів мінерального удобрення

Завданням технологій вирощування є створення максимально сприятливих умов для розвитку зернових культур, які б забезпечували оптимальні умови росту та розвитку. Інтенсивність цих процесів визначається як кліматичними умовами, так і окремими агротехнічними прийомами.

Ростові процеси рослини супроводжуються збільшенням її розмірів, змінюються біометричні показники. Під розвитком рослини розуміють проходження певних етапів внаслідок яких є певні якісні зміни [15].

У польових дослідженнях ми вели спостереження за ростовими процесами рослин ячменю ярого під впливом різних рівнів мінерального удобрення (рис. 3.2).



Рисунок 3.2 – Посіви ячменю ярого у польовому досліді в 2023 році
фаза BBCH 29

Вивчення впливу удобрення макро- та мікроелементами ячменю ярого на висоту рослин показали позитивні зміни показника у період вегетації під впливом їх застосування (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Зміна висоти рослин ячменю ярого за фазами вегетації на фоні норм мінеральних добрив та підживлення халатами мікроелементів, см

Варіант	Фаза вегетації			
	ВВСН 39		ВВСН 92	
	висота	приріст	висота	приріст
1. Контроль (без добрив)	47,7	-	70,6	-
2. N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀	52,8	5,1	76,1	5,5
3. N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀ + Квантум хелат міді + Квантум хелат марганцю + Хелат цинк	53,7	6,0	77,2	6,6
4. N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	54,8	7,1	78,3	7,7
5. N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀ + Квантум хелат міді + Квантум хелат марганцю + Хелат цинк	55,7	8,0	79,5	8,9

На макростадії 3 рослини ячменю ярого проходять фазу виходу у трубку. Фаза розвитку за ВВСН 39 характеризується виходом лігули прапорцевого листка, який вже повністю розвинений. У цій фазі інтенсивно протікає процес росту. Визначення висоти рослин в цей період показали найнижчий його показник на варіанті без удобрення, яка складала 47,7 см. Внесення добрив в нормі N₄₅P₃₀K₃₀ та обприскування рослин водою забезпечувало збільшення рослин у висоті до 52,8 см, що вище від контролю на 5,1 см. За поєднання цієї норми з внесенням Квантум хелат міді + Квантум хелат марганцю + Хелат цинк показник сягав 53,7 см і перевищував фон на 0,9 см, варіант без добрив – на 6,0 см.

При внесенні азотних добрив у нормі 80 кг/га д. р., фосфорних – 60 кг, калійних – 60 кг рослини відзначалися висотою на рівні 54,8 см, тобто збільшилися на 7,1 см. За внесення халатів мікроелементів на даному фоні

спостерігалось найістотніше збільшення висоти рослин, яке складало відносно мінерального фону – 0,9 см, відносно контролю – 8,0 см.

Від фази ВВСН 39 до ВВСН 92 макростадії 9 рослини росли, розвивалися та нагромаджували асимілянти. Висота рослин у цій фазі була вищою від попередньої. В 92 фазі рослини повністю сформовані, у них настає повна стиглість, тому можливо, у повній мірі, надати оцінку щодо впливу досліджуваного чинника на висоту рослини.

Відзначено тенденцію до збільшення висоти рослин на фонах внесення добрив. На варіанті без добрив висота була на рівні 70,6 см. За удобрення у другому та третьому варіантах зросла відповідно на 5,5 та 6,6 см і складала 76,1 та 77,2 см. При внесенні $N_{80}P_{60}K_{60}$ без підживлення приріст показника становив 7,7 см за висоти рослин 78,3 см, сумісно з мікродобривами з вмістом купруму, міді та цинку (варіант 5) – на 8,9 см за висоти 79,5 см і був найвищим. Ефективність позакоренових підживлень проявилася у збільшенні висоти рослин порівняно з фонами без підживлення на 1,1-1,2 см.

Функціонування рослинного організму забезпечується за рахунок проходження фотосинтезу. Від його інтенсивності, нагромадження продуктів фотосинтезу залежить формування урожайності культурою. У фотосинтезі беруть участь зелені частини рослини, основним фотосинтезуючим органом є листок. Важливим є створення умов для розвитку листкового апарату та подовження періоду його функціонування [43].

У досліді за внесення мікродобрив та позакоренового удобрення мікроелементами площа листків у фазу за ВВСН 37 зростала (рис. 3.3).

На варіанті без добрив площа листків ячменю ярого складала 30,9 тис. $m^2/га$ та відзначалася як найнижча. На фоні удобрення у нормі $N_{45}P_{30}K_{30}$ без підживлення вона збільшилася на 9,8 тис. m^2 і складала 40,7 тис. m^2 на 1 га. Внесення мікродобрив на даному мінеральному фоні у третьому варіанті дало приріст листової маси відносно попереднього варіанту на 0,9 тис. m^2 , від контрольного варіанту вона збільшилася на 10,7 тис. $m^2/га$ за показника 41,6 тис. $m^2/га$.

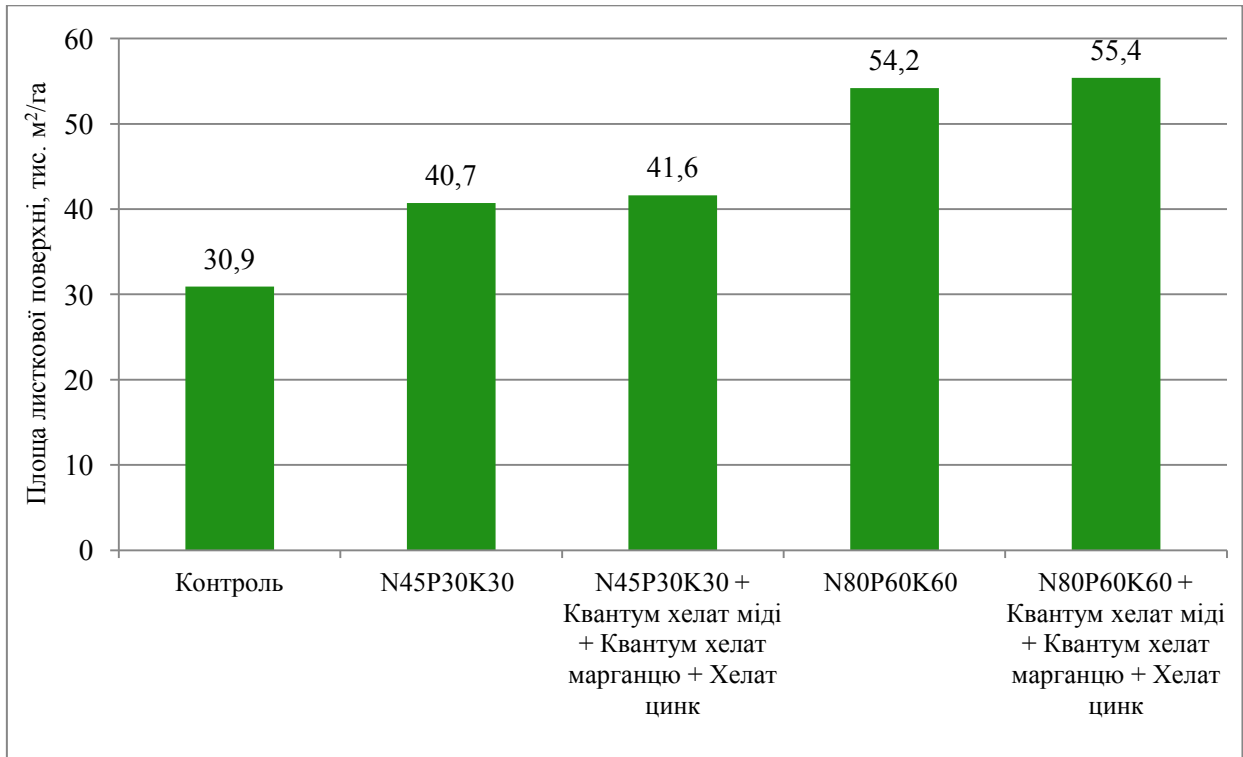


Рисунок 3.3 – Динаміка площі листкової поверхні ячменю ярого у фазу BBCH 37 за внесення мінеральних добрив та проведення підживлень мікродобривами

Внаслідок застосування N₈₀P₆₀K₆₀ листкова поверхня рослин у фазу визначення характеризувалася розміром 54,2 тис. м² у перерахунку на гектарну площу, приріст становив 23,3 тис. м². Варіант удобрення з внесенням зазначеної норми добрив та дворазовим підживленням посівів Квантум хелатом міді, Квантум хелатом марганцю та Хелатом цинку забезпечив найвище значення площі листків – 55,4 тис. м²/га. Тобто, вона збільшилася на 1,2 тис. м² порівняно з фоном самих добрив та на 24,5 тис. м² щодо удобреного фону.

У фазу BBCH 37 третьої макростадії у рослин головний пагін виходить у трубку, спостерігається поява прапорцевого листка, який є останнім. Це період інтенсивного наростання вегетативної маси рослин. В фазу BBCH 75 макростадії 7 проводили наступне визначення площі листків ячменю ярого, яка відзначалася нижчими значеннями порівняно з попередньою фазою (табл. 3.4).

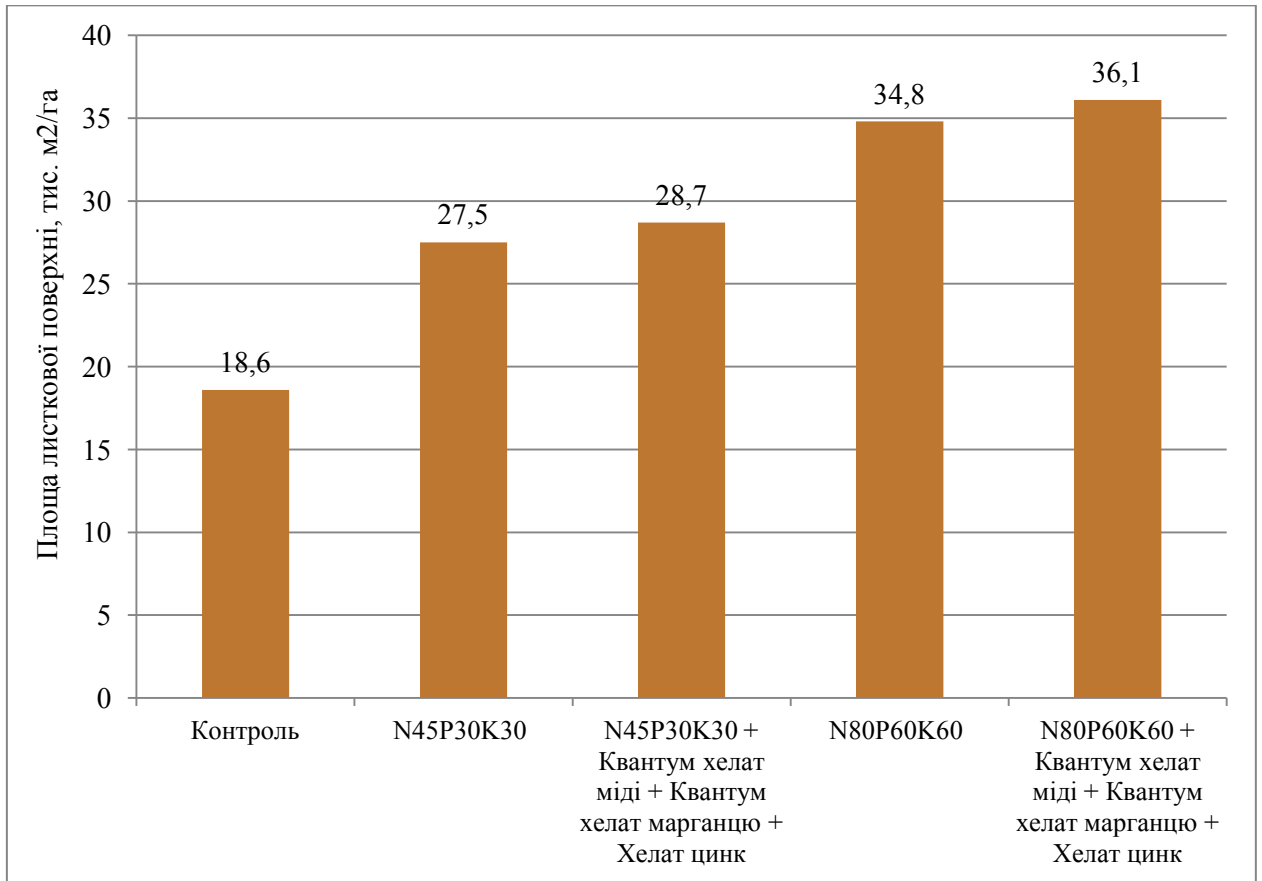


Рисунок 3.4 – Вплив удобрення на площу асиміляційної поверхні культури у фазу за BBCH 75

Причиною зниження показників є те, що в цій фазі у ячменю ярого зерна сформовані, мають молочну консистенцію, відповідно поживні речовини ідуть на розвиток плоду, листкова маса не розвивається.

Показник на контрольному варіанті становив 18,6 тис. м²/га. За внесення мінеральних добрив на другому варіанті підвищився до 27,5 тис. м², тобто зріс на 8,9 тис. м². Позакоренева обробка рослин хелатами мідю, мангану та цинку сприяло приросту площі асиміляційної поверхні на 10,1 тис. м²/га порівняно з контролем.

Варіант удобрення з внесенням 80 кг/га азоту, 60 кг/га фосфору та 60 кг/га калію та обприскування рослин водою забезпечив отримання площі листків в межах 34,8 тис. м²/га за приросту 16,2 тис. м². Застосування хелатів мікроелементів на цьому фоні забезпечило найвище її значення – 36,1 тис. м²/га, що перевищило неудобрений варіант на 17,5 тис. м²/га.

Враховуючи отримані результати площі фотосинтезуючої поверхні можна стверджувати, що позакореневе застосування мікродобрів у формі халатів мікроелементів є ефективним заходом, оскільки забезпечує прирости показника.

Під впливом удобрення змінювалася кількість продуктивних стебел на одиниці площі у досліді (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Вплив основного та позакореневого внесення добрив на густоту продуктивного стеблостою ячменю ярого, шт./м²

Варіант	Кількість продуктивних стебел	Приріст до контролю
1. Контроль (без добрив)	413	-
2. N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀	472	59
3. N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀ + Квантум хелат міді + Квантум хелат марганцю + Хелат цинк	484	71
4. N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	525	112
5. N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀ + Квантум хелат міді + Квантум хелат марганцю + Хелат цинк	540	127

Внаслідок внесення 45 кг за діючою речовиною азоту і по 30 кг фосфору і калію кількість колосів на 1 м² склала 472 шт. за показника на контролі – 413 шт. Дворазове підживлення посівів незначно змінювало її, отримано 484 колосів, що перевищувало неудобрений фон на 71 колос. Мінеральне удобрення, яке внесено у четвертому та п'ятому варіантах сприяло приросту густоти продуктивного стеблостою на рівні 112 та 127 шт./м² за показників 525 та 540 шт./м². Отримані значення були найвищими.

Таким чином, більший вплив на формування стеблостою культури здійснювали норми мінеральних добрив, внесення мікродобрів по вегетації практично не змінювали її.

3.3. Вплив мінерального удобрення та позакореневого застосування мікроелементів на показники структури урожаю ячменю ярого

Завданням сучасних інтенсивних технологій є створення високопродуктивних посівів ячменю ярого, що забезпечується створенням оптимальної кількості рослин на одиниці та підвищенням продуктивності колоса. Встановлено, що несприятливі умови вирощування зумовлюють редукцію колосків у колосі на рівні від 24 до 48 % [8].

Важливим технологічним аспектом, від якого залежить закладання колосу, формування зерен є оптимальна забезпеченість рослин макроелементним та мікроелементним удобрення на критичних етапах розвитку. Даний захід дозволяє звести до мінімуму редукцію колоса.

Проведені дослідження показали, що норма мінеральних добрив та внесення мікродобрив впливає на закладання елементів структури врожаю досліджуваної культури. Під впливом удобрення спостерігалось зростання довжини колоса (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Вплив норм мінеральних добрив та мікроелементного підживлення на довжину колоса ячменю ярого у 2023 році, см

Фон удобрення	Довжина колоса	+/- до неудобреного фону
1. Контроль (без добрив)	8,2	–
2. N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀	9,3	1,1
3. N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀ + Квантум хелат міді + Квантум хелат марганцю + Хелат цинк	10,0	1,8
4. N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	10,4	2,2
5. N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀ + Квантум хелат міді + Квантум хелат марганцю + Хелат цинк	11,2	3,0

На фоні мінеральних добрив з нормою внесення $N_{45}P_{30}K_{30}$ та обприскування водою довжина колоса зросла відносно неудобреного фону на 1,1 см і становила 9,3 см. Дворазове підживлення посівів мікроелементними добривами у 23 та 32 фазах за ВВСН на цьому фоні сприяло приросту довжини колоса на рівні 1,8 см, відносно фону мінеральних добрив 0,7 см. Показник складав 10 см.

Внаслідок підвищення норми добрив за вирощування ячменю ярого до 80 кг/га азоту, 60 кг/га фосфору та 60 кг/га калію та обробки посівів водою отримано показник довжини колоса 10,4 см. Приріст довжини щодо варіанту без добрив сягав 2,2 см. Позакоренева обробка рослин мікродобривами Квантум хелат міді, Квантум хелат марганцю та Хелат цинк за даної норми добрив було найефективнішим, показник перевищував контроль на 3,0 см, фон – на 0,8 см.

Озерненість колоса ячменю ярого змінювалася залежно від рівня мінерального удобрення (рис. 3.5).

Варіант без внесення добрив відзначався найнижчою продуктивністю колоса, середня кількість зерен складала 17,1 шт. Внаслідок застосування мінеральних добрив у діючій речовині на гектар: 45 кг азоту, по 30 кг фосфору і калію у колосі нараховувалося 19,2 зерен, тобто їх кількість зросла на 2,1 зерен/колос. Внесення мікроелементних добрив під час вегетації культури активізувало процес утворення зернівок, відповідно на третьому варіанті їх кількість збільшилася відносно фону на 1,0 зерен, від контролю – на 3,1 зерен. Озерненість колоса на цьому фоні становила 20,2 зерен.

На фоні $N_{80}P_{60}K_{60}$ без підживлення в одному колосі нараховувалося, в середньому, 20,6 зерен, що було вищим від попереднього варіанту на 0,4 шт., від контролю на 3,5 шт. За використання $N_{80}P_{60}K_{60}$ у поєднанні з халатами мікроелементів отримано приріст озерненості до фону на рівні 1,1 зерен/колос, до варіанту без внесення добрив 4,6 зерен за показника 21,7 зерен/колос. Зазначений варіант забезпечив найкращий результат.

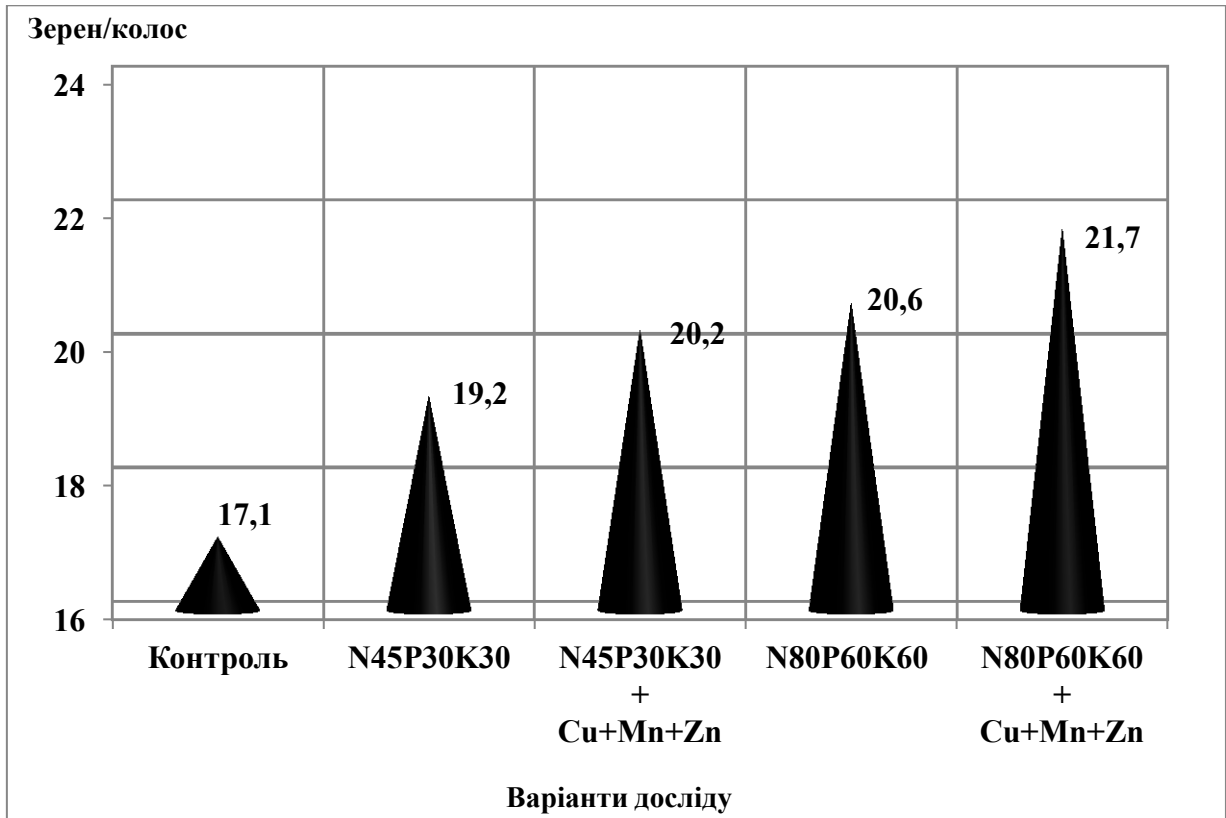


Рисунок 3.5 – Формування озерненості колоса залежно від варіанту удобрення: Cu – Квантум хелат міді, Mn – Квантум хелат марганцю, Zn – Хелат цинк

Довжина колоса відобразилася на озерненості, оскільки вища кількість зерен спостерігалася у довших колосах. Цю тенденцію підтверджує встановлена нами залежність довжини колоса від кількості зерен на фонах внесення добрив (рис. 3.6).

Отримане рівняння регресії має вигляд:

$$y = 0,0207x + 11,48, \quad (3.1)$$

де y – довжина колоса, см;

x – кількість зерен в колосі, зерен/колос.

Залежність описується тісним кореляційним зв'язком, значення коефіцієнта детермінації $R^2 = 0,98$.

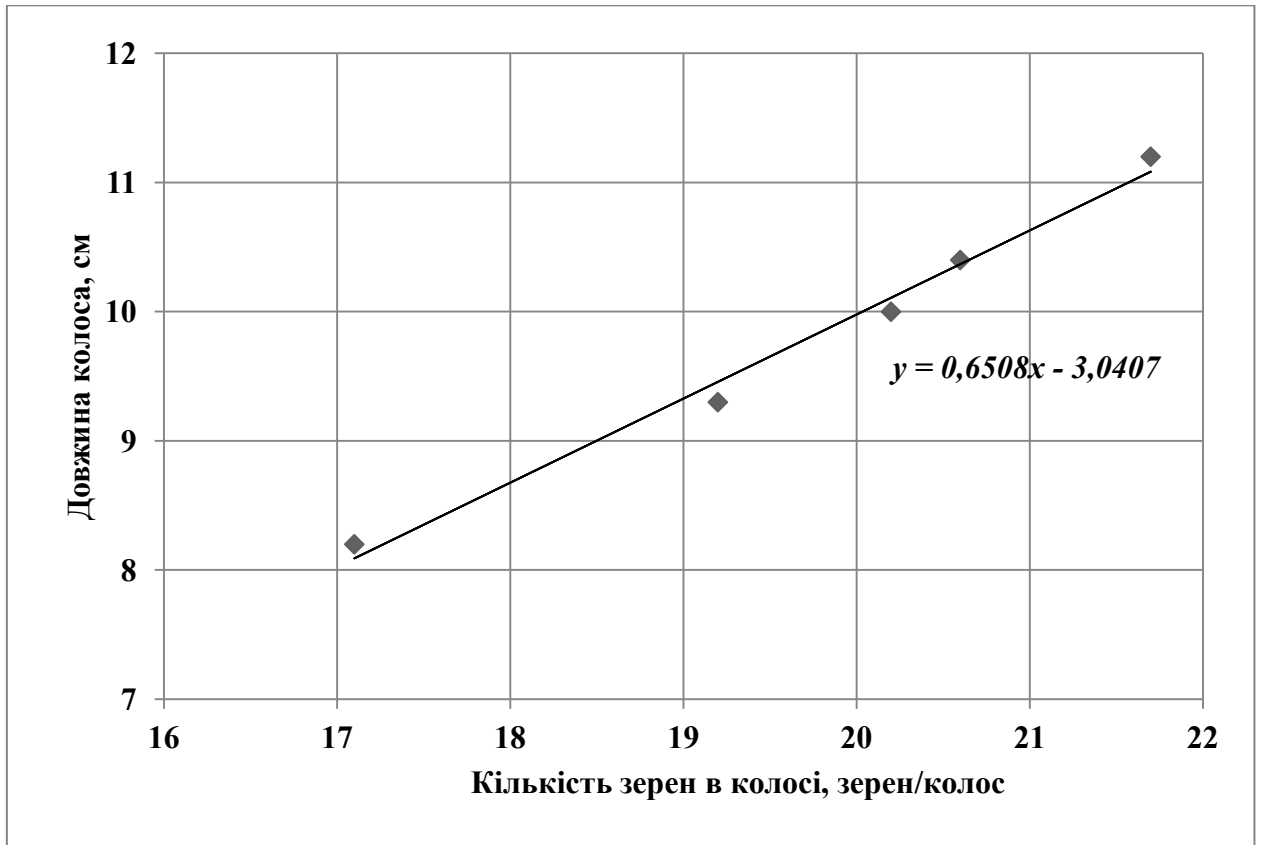


Рисунок 3.6 – Залежність довжини від озерненості на фонах мінер удобрення

Отже, показники довжин колоса та кількості зерен у ньому істотно залежали від норм внесення мінеральних добрив та проведення підживлень мікродобривами з вмістом купруму, міді та цинку. Як наслідок спостерігалось отримання приросту показників.

3.4. Формування урожайності ячменем ярим залежно від норм внесення мінеральних добрив та підживлення мікродобривами на ясно-сірому лісовому ґрунті

У підвищенні урожайності зернових культур провідне місце належить сорту. Вирощування районованих сортів, які найбільш пристосовані до певних умов середовища забезпечує формування високопродуктивних посівів. Реалізація генетичного потенціалу культури можлива шляхом

обґрунтованого впровадження технологічних заходів, основним з яких є система удобрення, яка поєднує збалансоване співвідношення між основними макроелементами та внесення мікроелементів.

Нашими дослідженнями встановлено позитивний вплив удобрення на показники урожайності ячменю ярого, що наведено у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Рівень урожайності ячменю ярого за основного внесення норм макроудобрив та підживлення мікроелементними добривами, дані досліджень 2023 року

Варіант	Урожайність зерна, т/га	+/- до контрольного варіанту	
		т/га	%
1. Контроль (без добрив)	3,56	–	–
2. N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀	4,75	1,19	33,4
3. N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀ + Квантум хелат міді + Квантум хелат марганцю + Хелат цинк	5,16	1,60	44,9
4. N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	5,35	1,79	50,3
5. N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀ + Квантум хелат міді + Квантум хелат марганцю + Хелат цинк	5,79	2,23	62,6
НІР ₀₅	0,13		

Вирощування ячменю ярого сорту Амадей за відсутності добрив у першому варіанті забезпечило рівень урожаю 3,56 т/га, який був найнижчим у досліді. За внесення мінеральних добрив у нормі N₄₅P₃₀K₃₀ та обробки рослин водою урожайність склала 4,75 т з 1 га і зросла на 1,19 т, або 33,4 %. Підживлення посівів мікродобривами Квантум хелат міді + Квантум хелат марганцю + Хелат цинк на їх фоні забезпечило отримання 5,16 т/га зернової

продукції. Приріст урожаю до фонового внесення добрив становив 0,41 т/га, до неудобреного фону – 1,6 т/га, або 44,9 %.

Більш ефективним було вирощування культури за рівня мінерального живлення у нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$. На цьому фоні без використання мікродобрив показник урожайності підвищився до 5,35 т з гектарної площі, тобто зростання було на рівні 1,79 т/га порівняно контрольним варіантом. Внаслідок внесення добрив з вмістом міді, мангану та цинку урожайність зерна була найвища – 5,79 т/га, що вище від варіанту без підживлення на 0,44 т/га, від контролю – на 2,23 т, або 62,6 %.

Результатами проведеного статистичного аналізу даних урожайності доведено достовірність різниці між фонами мінерального удобрення за культивування ячменю ярого (Дод. В).

Дослідники відзначають, що структурні елементи урожаю пов'язані з показником урожайності. Дослідження встановлено залежність рівня урожаю від довжини колоса за різних систем удобрення (рис. 3.7).

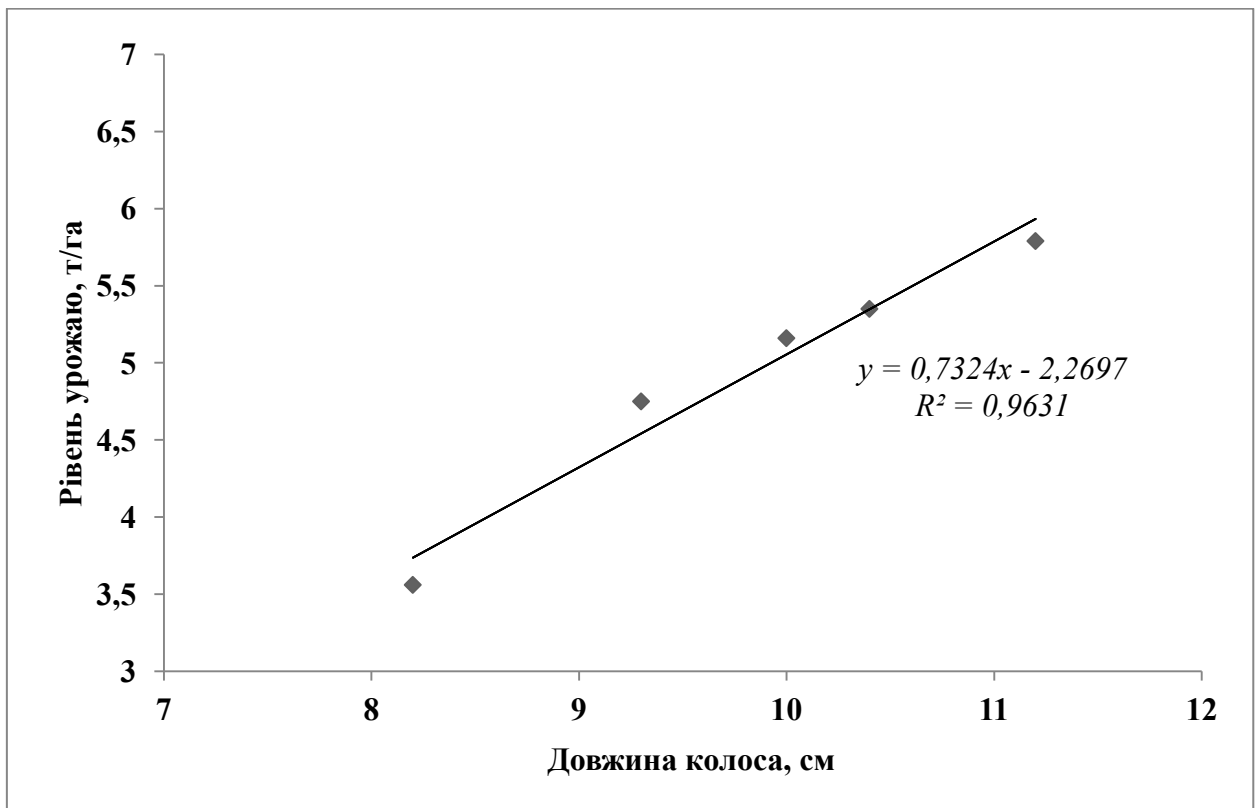


Рисунок 3.7 – Залежність рівня урожаю ячменю ярого від довжини колоса на фоні удобрення, результати досліджень 2023 року

Залежність між ознаками описується сильним кореляційним зв'язком ($R^2 = 0,963$) і характеризує рівняння лінійної регресії:

$$y = 0,7324x - 2,2697 \quad (3.2)$$

де y – рівень урожаю т/га, x – довжина колоса, см.

Встановлена залежність урожайності культури від озерненості колоса відображена на рисунку 3.8.

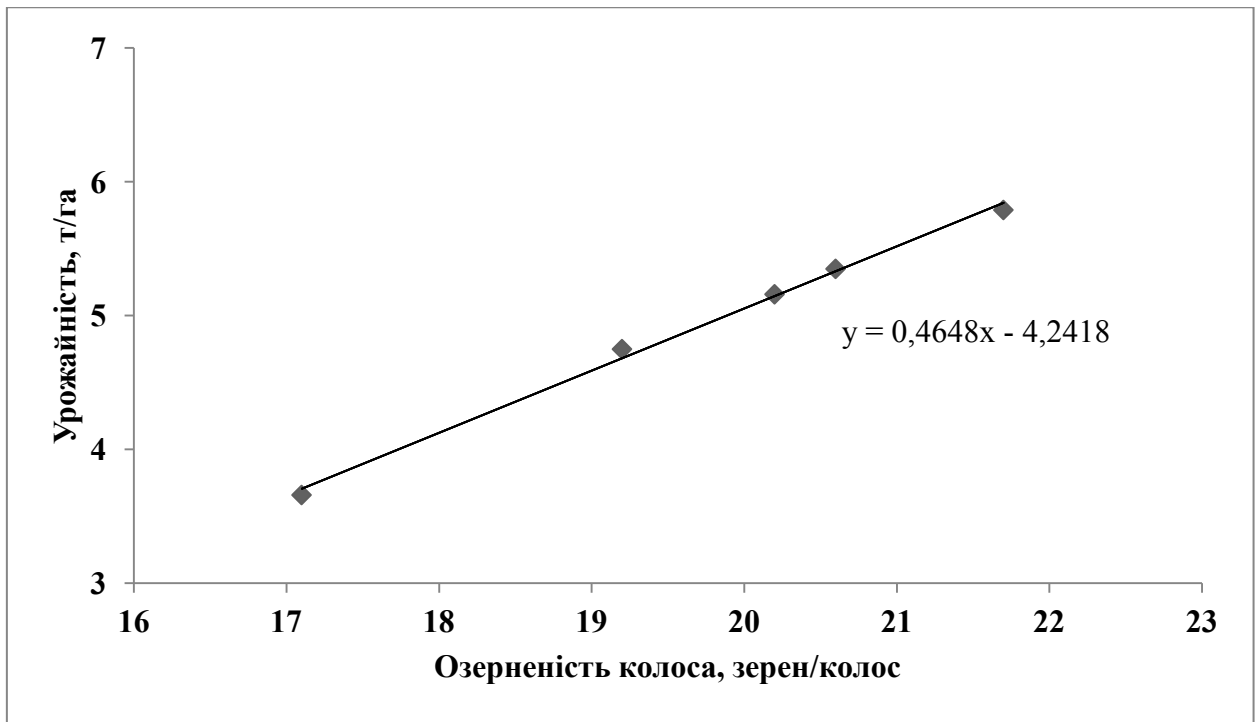


Рисунок 3.8 – Залежність рівня урожайності ячменю ярого від озерненості колоса за внесення мінеральних добрив та мікродобрив

Побудоване рівняння регресії:

$$y = 0,4648x - 4,2418, \quad (3.3)$$

де y – урожайність, т/га, x – озерненість колоса, зерен/колос.

Коефіцієнт детермінації складає 0,98.

Отже, урожайність ячменю ярого визначається фоном мінерального удобрення та перебуває у тісному зв'язку з показниками структури урожаю.

3.5. Вплив норм мінеральних добрив та застосування мікродобрив на хімічний склад та якість зерна ячменю ярого

Ячмінь ярий відзначається коротким періодом засвоєння елементів живлення та позитивною реакцією на внесення добрив. Засвоєння рослинами поживних речовин впродовж вегетації відбувається з різною інтенсивністю, відповідно наявність необхідних елементів на критичних етапах розвитку є лімітуючим чинником впливу на показники якості зерна.

Внесення різних норм мінеральних добрив під ячмінь ярий супроводжується певною зміною хімічного складу вегетативних та генеративних органів культури. Досліджуючи вплив удобрення на протікання цих процесів можливо встановити наскільки доцільною є запроваджена система удобрення щодо впливу на якісний склад зерна.

Наші дослідження передбачали встановлення ефективності фонів удобрення щодо зміни вмісту азоту, фосфору та калію в зерні (табл. 3.7).

Таблиця 3.7– Вплив макроелементного та мікроелементного удобрення на хімічний склад зерна ячменю ярого, % на суху речовину

Рівень мінерального живлення	Вміст азоту	+/- до конт-ролю	Вміст фосфо-ру	+/- до конт-ролю	Вміст калію	+/- до конт-ролю
1. Контроль (без добрив)	1,92	–	0,67	–	0,49	–
2. N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀	2,19	0,27	0,90	0,23	0,70	0,21
3. N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀ + Квантум хелат міді + Квантум хелат марганцю + Хелат цинк	2,32	0,40	0,99	0,32	0,77	0,28
4. N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	2,29	0,37	0,96	0,29	0,80	0,31
5. N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀ + Квантум хелат міді + Квантум хелат марганцю + Хелат цинк	2,43	0,51	1,07	0,40	0,88	0,39

Згідно отриманих результатів, представлених у таблиці 3.7, основне удобрення макроудобривами та позакореневе внесення мікроудобрив підвищувало вміст основних елементів живлення в зерні ячменю ярого. Зокрема, вміст азоту на фоні мінерального живлення у нормі $N_{45}P_{30}K_{30}$ та обробки водою забезпечував підвищення його вмісту щодо контролю на 0,27 % у перерахунку на суху речовину, застосування хелатів міді, марганцю та цинку – на 0,40 %. Показники вмісту азоту відповідно склали 2,19 та 2,32 %.

При застосуванні мінерального удобрення у нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ без підживлення вміст азоту у зерні зростав до 2,29 %, що вище від фону без добрив на 0,37 %. Підвищення значення показника на цьому варіанті пов'язане з підвищенням норми азоту в складі удобрення. Дворазове підживлення посівів ячменю ярого комплексом мікроелементів у формі Квантум хелат міді, Квантум хелат марганцю та Хелат цинк за даної норми мінеральних добрив найістотніше впливало на зростання вмісту азоту. Він становив 2,43 % на суху речовину, що перевищило фон лише мінеральних добрив на 0,14 %, контроль – на 0,51 %.

За вмістом фосфору в зерні ячменю ярого простежується подібна тенденція на фонах мінерального удобрення до вмісту азоту. На неудобреному варіанті у зерні вміст фосфору був найнижчим і складав 0,67 %. З внесенням добрив підвищувався до 0,90 % за мінерального удобрення в нормі 45 кг/га азоту та по 30 кг/га фосфору і калію, внаслідок внесення мікроудобрив на цьому фоні до 0,99 % на суху речовину, тобто зростав від варіанту без підживлення на 0,09 %, від контролю – на 0,32 %.

За внесення 80 кг/га азоту та по 60 кг/га за діючою речовиною фосфору та калію у зерні містилося 0,96 % фосфору, що вище від неудобреного варіанту на 0,29 %. Позакоренева обробка рослин хелатами мікроелементів дала приріст показника на рівні 0,40 %, його вміст складав 1,07 % і був найвищим.

Динаміка вмісту калію в зерні відображала тенденцію до підвищення його вмісту на фоні з вищою нормою внесення мінеральних добрив. Залежно від варіанту удобрення вміст калію варіював від 0,70-0,77 % на другому та третьому варіантах до 0,80-0,88 % на фоні удобрення четвертого та п'ятого варіантів. Прирости відносно варіанту без добрив змінювалися від 0,21-0,28 % до 0,31,039 %. Внесення хелатів мікроелементів сприяло підвищенню вмісту калію в зерні на 0,07-0,08 %.

Важливим показником якості зерна є його білковість. Зерно ячменю ярого характеризується високою поживною цінністю, що зумовлено амінокислотним складом білка. Вміст білка залежить від умов вирощування. Дослідженнями доведено підвищення вмісту білка в зерні ячменю ярого сорту Амадей шляхом застосування мінеральних добрив та позакореневих підживлень (табл. 3.8).

Таблиця 3.8 – Вплив удобрення на показники вмісту білка в зерні ячменю ярого, 2023 р.

Фон удобрення	Білок		Умовний збір білка з 1 га	
	%	приріст до контролю, %	кг	приріст до контролю, кг
1. Контроль (без добрив)	10,31	-	377	-
2. N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀	11,02	0,71	523	146
3. N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀ + Квантум хелат міді + Квантум хелат марганцю + Хелат цинк	11,30	0,99	583	206
4. N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	11,42	1,11	611	234
5. N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀ + Квантум хелат міді + Квантум хелат марганцю + Хелат цинк	11,74	1,43	680	303

Показник вмісту білка на контрольному варіанті становив 10,31 %. На

фоні живлення другого варіанту він складав 11,02 %, що перевищило попередній варіант на 0,71 %. Позакореневе внесення мікроелементів на третьому варіанті забезпечило приріст вмісту білка до фону на рівні 0,28 %, до без добрив – 0,99 %. На фоні норми мінеральних добрив з використанням 80 кг азоту, 60 кг фосфору та 60 кг калію на гектарну площу білковість зерна була на рівні 11,42 %, показник перевищував контроль на 1,11 %.

Найвищий вміст білка у досліді спостерігали при внесенні $N_{80}P_{60}K_{60}$ + Квантум хелат міді + Квантум хелат марганцю + Хелат цинк, який складав 11,74 %, тобто зріс порівняно з фоновою нормою добрив на 0,32 %, від контролю – на 1,43 %.

Отже, вміст білка у зерні культури безпосередньо визначався нормою внесення мінеральних добрив та включенням в систему удобрення позакореневих обробок посівів мікроелементними добривами, що проявилось на показнику збору білка з одиниці площі.

Умовний збір білка з гектарної площі на контрольному варіанті був найнижчим – 377 кг. За внесення мінеральних добрив та підживлень вихід білка зростав, зокрема на 146 кг/га у другому варіанті та 206 кг/га на третьому варіанті. Показники склали відповідно 523 та 583 кг/га. Четвертий та п'ятий варіанти удобрення відзначалися найбільшим умовним збором білка з 1 га, який становив 611 та 680 кг. Надвишка до контролю відповідно складала 233 та 303 кг/га.

При здійсненні оцінки якості зерна вміст білка є першочерговим показником. Білок є азотистою сполукою. Нами встановлено зв'язок між вмістом білка та азоту в зерні досліджуваної культури (рис. 3.9).

Між ознаками встановлено сильний кореляційний зв'язок. Відображенням отриманої залежності є рівняння регресії:

$$y = 2,7664x + 4,9889, \quad (3.4)$$

де y – вміст білка у зерні, %, x – наявний вміст азоту в зерні, %

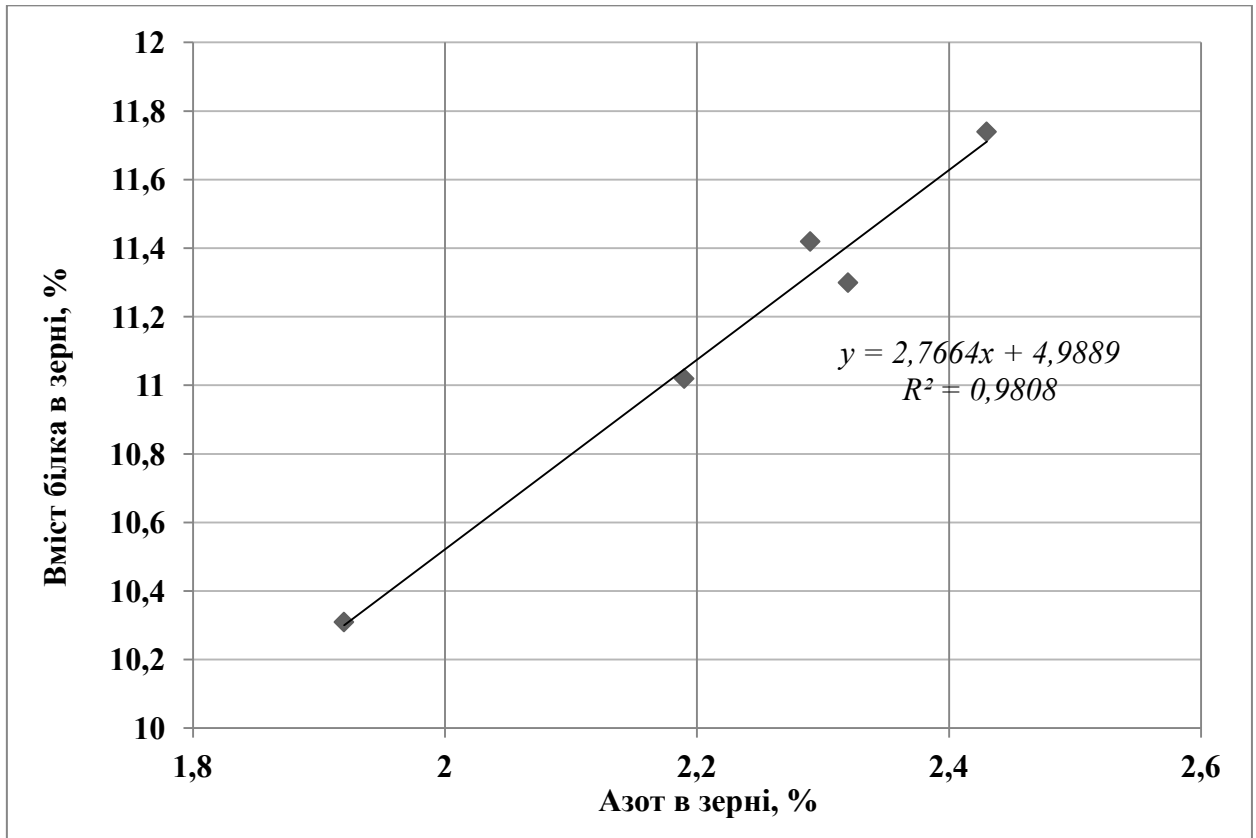


Рисунок 3.9 – Залежність вмісту білка в зерні від вмісту азоту під впливом внесення мікроелементів на мінеральному фоні

У дослідженнях ми вивчали вплив норм макро добрив та їх сумісного внесення з мікродобривами на вміст жиру у зерні ячменю ярого (рис. 3.10).

Як видно з представленою рисунка найнижчий вміст жиру отримано на фоні без удобрення, де він складав 2,25 %. Застосування 45 кг/га азоту, 30 кг фосфору та 30 калію на варіанті 2 сприяло його підвищенню на 0,23 % відносно попереднього варіанту, він становив 2,48 %. Мікроелементне підживлення проявилось на даному фоні у збільшенні вмісту жиру в зерні на 0,14 % до фону мінеральних добрив та на 0,23 % до контрольного варіанту.

Мінеральне удобрення застосоване у варіанті 4 з внесенням вищої норми азоту та фосфорно-калійних добрив обумовило отримання вмісту жиру в межах 2,69 %, у поєднанні з позакореневим підживленням – на рівні 2,84 %, що було найвищими значеннями. Приріст його вмісту до неудобреного варіанту становив відповідно 0,44 та 0,59 %.

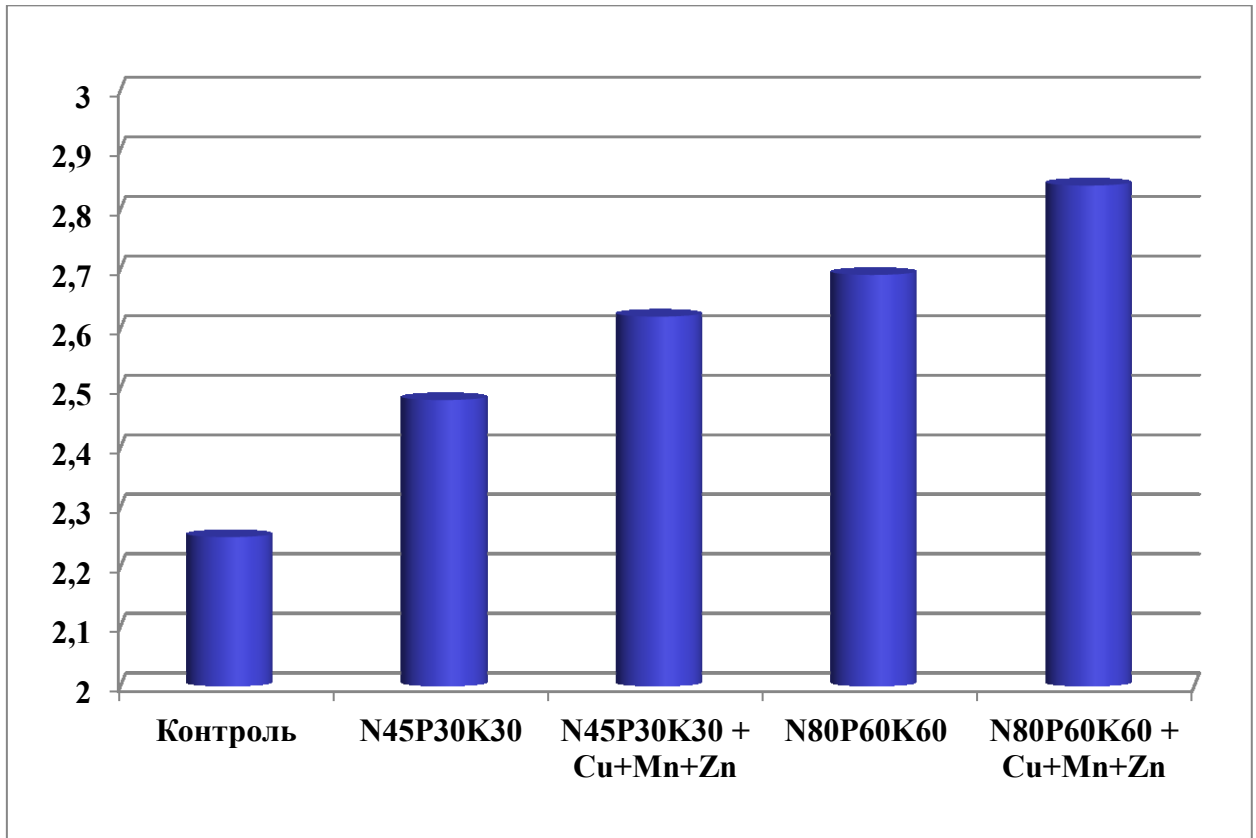


Рисунок 3.10 – Вплив удобрення на зміну вмісту жиру в зерні ячменю ярого, %

Отже, удобрення є чинником, який дозволяє регулювати вміст жиру в зерні ячменю ярого.

В процесі досліджень ми визначали масу 1000 зерен та натуру зерна, результати досліджень наведено у таблиці 3.9.

Без внесення мінеральних добрив та мікродобрив маса тисячі зерен становила 45,2 г, за удобрення $N_{45}P_{30}K_{30}$ – 46,5 г, тобто зросла на 1,3 г. За сумісного внесення цієї норми добрив та Квантуму хелату міді, Квантуму хелату марганцю та Хелату цинку приріст маси зерен до варіанту обприскування водою складав 0,7 г, відносно контролю – 2,0 г. Її значення склало 47,2 г.

Вищий приріст маси 1000 зерен спостерігали за внесення $N_{80}P_{60}K_{60}$ (варіант 4), де складав 2,5 г та застосування на її фоні хелатів мікроелементів (варіант 5) – 3,3 г, що було найвищим. Показники сягали відповідно 47,7 та

48,5 г. Позакоренева обробка рослин мікроелементами забезпечила приріст маси зерен відносно фону на рівні 0,8 г.

Таблиця 3.9 – Формування маси 1000 зерен та натурної маси зерна залежно від варіанту удобрення

Фон удобрення	Маса 1000 зерен		Натура зерна, г/л	
	показник, г	+/- до контролю, г	показник	+/- до контролю
1. Контроль (без добрив)	45,2	-	621	-
2. N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀	46,5	1,3	633	12
3. N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀ + Квантум хелат міді + Квантум хелат марганцю + Хелат цинк	47,2	2,0	641	20
4. N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	47,7	2,5	648	27
5. N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀ + Квантум хелат міді + Квантум хелат марганцю + Хелат цинк	48,5	3,3	658	37

Маса тисячі зерен впливає на показник натурної маси зерна, що підтверджено отриманими результатами. Варіант без удобрення забезпечив її значення на рівні 621 г/л. Мінеральне живлення застосоване на другому варіанті підвищило натурну масу на 12 г/л, вона становила 633 г/л. Додаткове підживлення мікродобривами з вмістом міді, мангану та цинку зумовило її показник на рівні 641 г/л, приріст – 20 г/л. На варіантах з внесенням вищої норми мінерального макроелементного удобрення (варіант 4) натура зерна збільшувалася на 27 г і становила 648 г/л. Найбільш ефективним було внесення Квантум хелат міді + Квантум хелат марганцю + Хелат цинк на п'ятому варіанті, натура складала 658 г і перевищила контроль на 37 г/л.

Отже, підживлення мікродобривами на фоні мінеральних добрив позитивно впливає на показники якості зерна.

3.6. Оцінка економічної та енергетичної ефективності вирощування ячменю ярого залежно від рівня удобрення

Застосування інтенсивних технологій вирощування зернових культур спрямоване на підвищення показників урожайності. В основу інтенсифікації покладено впровадження високопродуктивних сортів, вдосконалення елементів технології, зокрема догляду за посівами, системи удобрення, обробітку ґрунту. Відповідно зростають економічні та енергетичні затрати у зв'язку з збільшенням обсягу використання матеріальних ресурсів.

Шляхом проведення економічного та енергетичного аналізу можливо встановити доцільність впровадження технології та, за необхідності, застосувати способи підвищення її ефективності [49].

Застосування норм мінеральних добрив та позакореневого обприскування рослин мікроелементними добривами підвищувало рентабельність виробництва зерна ячменю ярого (табл. 3.10).

Таблиця 3.10 – Оцінка економічної ефективності технології вирощування ячменю ярого за різного рівня мінерального живлення

Фон удобрення	Вартість реалізованого зерна, грн./га	Сумарні виробничі витрати, грн./га	Отриманий чистий дохід, грн./га	Сб	РР, %
1	2	3	4	5	6
1. Контроль (без добрив)	26522	16970	9552	477	56,3
2. N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀	35388	21138	14250	445	67,4
3. N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀ + Квантум хелат міді + Квантум хелат марганцю + Хелат цинк	38442	22477	15965	436	71,0
4. N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	39858	23165	16693	433	72,1

Продовження таблиці 3.10

1	2	3	4	5	6
5. N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀ + Квантум хелат міді + Квантум хелат марганцю + Хелат цинк	43136	24904	18232	430	73,2

Примітка: Сб – собівартість зерна, грн./ц, РР – рівень рентабельності.

При здійсненні розрахунків економічної ефективності вирощування дослідної культури враховували реалізаційну ціну зерна та вартість матеріально-технічних ресурсів станом на листопад 2023 року.

На варіанті без внесення добрив вартість зерна становила 26522 грн./га і була найнижчою. Це пов'язано з низьким показником урожайності на даному фоні. Внаслідок внесення норми мінеральних добрив N₄₅P₃₀K₃₀ вартість продукції зросла на 8866 грн., тобто отримано 35388 грн. з 1 га. Позакореневе підживлення мікродобривами на зазначеному фоні, застосоване у третьому варіанті забезпечило збільшення показника до 38442 грн., що було вищим від фонового удобрення на 11920 грн./га. За внесення мінеральних добрив у нормі N₈₀P₆₀K₆₀ вартісний показник становив 39858 грн./га. Поєднання даної норми добрив з мікроелементним живленням Квантум хелат міді, Квантум хелат марганцю та Хелат цинк забезпечило найвище його значення 43136 грн./га. Отримана вартість була вищою від контрольного показника на 16614 грн.

Сумарні виробничі затрати на контролі відзначалися найнижчим показником 16970 грн. з гектара. В результаті застосування мінеральних добрив та підживлень мікродобривами у варіантах 2-5 спостерігалось їх зростання, що пов'язане з витратами на їх закупівлю. Так, на другому варіанті витрати склали 21138 грн./га, на третьому – підвищилися до 22477 грн./га. Найбільш затратним було внесення макро добрив у варіанті з внесенням 80 кг/га діючої речовини азоту та по 60 кг/га фосфору і калію

(варіант 4) і за сумісного внесення цієї норми з мікродобривами (варіант 5). Показники були на рівні відповідно 23165 та 24904 грн. на 1 га.

Отже, посилення мінерального удобрення призводило до збільшення затрат виробництва. Проте, внаслідок отримання вищих показників урожаю зерна на удобрених фонах, який реалізовується, чистий прибуток зростає. На неудобреному фоні він становив 9552 грн./га, за внесення 45 кг/га азоту, 30 кг/га фосфору та 30 кг/га калію – 14250 грн. Застосування хелатів міді, мангану та цинку підвищувало чистий дохід на 6413 грн. порівняно з контролем. Рівень доходу був найвищим за мінерального удобрення у п'ятому варіанті, де становив 18232 грн./га.

Собівартість вирощеного зерна змінювалася від 477 грн./ц на варіанті без добрив, де відзначалася як найвища до 430 грн./ц за внесення $N_{80}P_{60}K_{60}$ та Квантум хелат міді + Квантум хелат марганцю + Хелат цинк, де характеризувалася як найнижча.

Рентабельність вирощування культури – провідний показник, яким визначається ефект від виробництва продукції, який визначає рівень віддачі технології і ступінь використання ресурсного потенціалу. Вирощування культури у досліді без добрив обумовило отримання рівня рентабельності на рівні 56,3 %. На варіанті 2 та 3 він складає, відповідно 67,4 та 71,0 %. За вищої норми удобрення у четвертому варіанті він підвищився до 72,1 %. Найбільш рентабельним було удобрення внесене в п'ятому варіанті, що підтверджується рівнем рентабельності 73,2 %.

Дослідження супроводжувалися проведенням енергетичної ефективності вирощування ячменю ярого, яка базувалася на розрахунках витрат енергії за кожним технологічним елементом та надходженням енергії з урожаєм (табл. 3.11).

Найнижче надходження енергії відзначено на контрольному варіанті, яке становило 58568 МДж/га, енергетичні витрати також були найнижчими – 24761 МДж/га, приріст енергії становив 33807 МДж. В результаті внесення $N_{45}P_{30}K_{30}$ та $N_{45}P_{30}K_{30}$ + Квантум хелат міді + Квантум хелат марганцю +

Хелат цинк з урожаєм надійшло відповідно 78146 та 82753 МДж енергії на 1 га, енергоємність технології становила – 30156 та 31084 МДж/га.

Таблиця 3.11 – Показники енергоємності урожаю ячменю ярого та енергетичні витрати технології за різних норм внесення мінеральних добрив та підживлення посівів мікродобривами, МДж/га

Варіант	Надходження енергії з урожаєм	Енергетичні витрати	Приріст енергії
1. Контроль (без добрив)	58568	24761	33807
2. N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀	78146	30156	47990
3. N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀ + Квантум хелат міді + Квантум хелат марганцю + Хелат цинк	82753	31084	51669
4. N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	88346	32803	55543
5. N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀ + Квантум хелат міді + Квантум хелат марганцю + Хелат цинк	95256	33931	61325

Приріст енергії на цих варіантах був на рівні 47990 та 51669 МДж/га. Надходження енергії підвищилися до 88346 МДж/га за мінерального удобрення азотом у нормі 80 кг, фосфором – 60, калієм – 60 кг/га. Приріст енергії на цьому варіанті складав 55543 МДж. Проведення позакореневих обробок мікродобривами на за основного внесення цієї норми добрив сприяло отриманню прихідної енергії з розрахунку на 1 га на рівні 95256 МДж, витрат – 33931 МДж, як результат, приросту – 61325 МДж, що було найбільшим.

Кінцевим показником енергетичного аналізу, яким описується доцільність технології з енергетичної точки зору є коефіцієнт енергетичної ефективності. Від виражається відношенням енергоємності отриманого урожаю до суми енергетичних витрат технології з гектарної площі. Значення його показників за варіантами досліду відображено на рисунку 3.11.

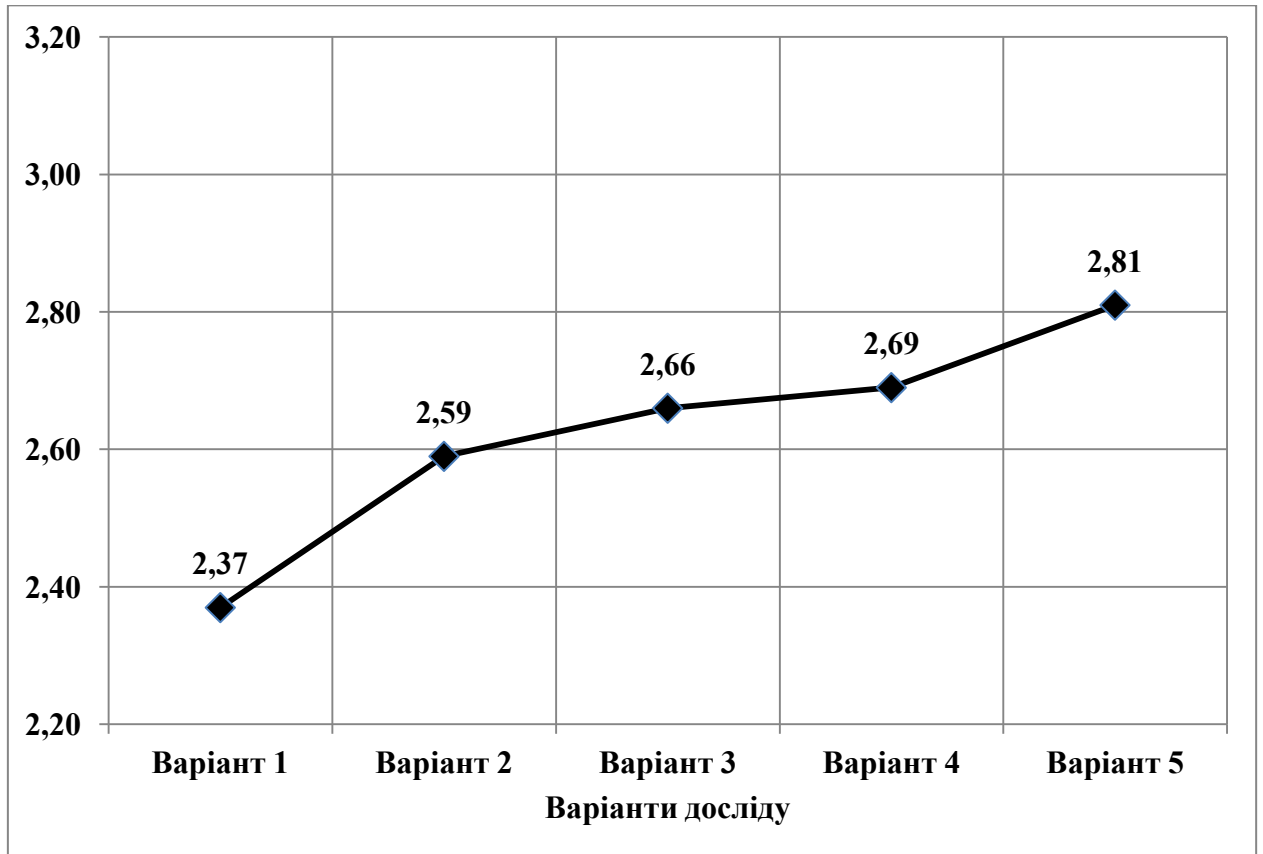


Рисунок 3.11 – Вплив рівнів мінерального удобрення на зміну коефіцієнту енергетичної ефективності за вирощування ячменю ярого

На основі розрахунків встановлено найнижче значення цього коефіцієнта на варіанті, де добрива не вносили, де становив 2,37. На мінеральному фоні варіанту 2 він зростав до 2,59, варіанту 3 – до 2,66. Фон удобрення варіанту 4 з внесенням добрив в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ під основний обробіток забезпечив його підвищення на 0,32 одиниці, значення було на рівні 2,69. Застосування халатів мікроелементів у період вегетації на фоні найвищої норми мінеральних добрив у варіанті 5 обумовило приріст коефіцієнта енергетичної ефективності на рівні 0,44 одиниці за показника 2,81, тобто було найефективнішим.

Таким чином, застосування позакореневого внесення мікродобрив на фоні вищої норми основного макроелементного удобрення є економічно- та енергетично-доцільним.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1. Стан ґрунтів та ефективне використання земельних ресурсів

.....

Ґрунти є надзвичайно динамічною системою, яка виконує важливі як біогеоценотичні, так і глобальні біосферні функції. Недосконалість сільськогосподарської практики та управління земельними ресурсами, а також недооцінка змін дії природних чинників, зокрема, змін клімату, підвищує ризики інтенсифікації деградації та опустелювання земель сільськогосподарського призначення, погіршення якості ґрунтів, виконання ними агроекологічних і біосферних функцій [11].

Розвиток всіх цих негативних процесів, зокрема ерозія, дегуміфікація, виснаження родючості, залишається протягом досить значного періоду малопомітним і тому прийняття відповідних контрзаходів, як правило, починається лише після переходу процесу в критичну фазу, пов'язану зі значним зниженням продуктивності й економічної ефективності агроecosystem [48].

Наслідком деградації ґрунту є його нездатність виконувати основні функції, а саме бути середовищем для існування і забезпечувати функціонування екологічних систем, створення оптимальних умов для росту і розвитку культурних рослин та отримання високих врожаїв якісної продукції [45].

Покращення та раціоналізація використання земельних угідь в господарстві досягається шляхом впровадження заходів з підвищення родючості ґрунтів і охорони від екологічно-шкідливого впливу та ерозії. На рівні господарства оптимізовано землекористування на основі виявлення ерозійно-небезпечних ділянок, застосовується коригування структури посівних площ, сильно еродовані землі, на яких неможливо досягти дієвих

результатів організаційними та агротехнічними заходами підлягають залуженню.

Проводиться постійний моніторинг стану ґрунтів. З допомогою використання математичного моделювання процесів водної ерозії на основі розрахункової цифрової моделі рельєфу досягається оптимізація землекористування.

На площах з підвищеною кислотністю ґрунту кожні 5-7 років вносять вапнякові матеріали, що сприяє поліпшенню фізико-хімічних властивостей ґрунту.

Завдяки наявності у господарстві сучасних комбінованих ґрунтообробних агрегатів, скорочується кількість проходів важкогабаритної техніки, що запобігає переущільненню ґрунту.

4.2. Водні ресурси та їх охорона

Ведення сільськогосподарської діяльності спричиняє забруднення водних ресурсів. З сільськогосподарських угідь у водні об'єкти змиваються органічні та мінеральні добрива, пестициди, агрохімікати, відходи тваринництва. Потрапляння великої кількості органіки, сполук азоту і фосфору призводить до цвітіння водойм. Внаслідок нераціонального землекористування та розорювання прибережних смуг та пов'язаною з цим ерозією ґрунтів, відбувається замулення поверхневих водних об'єктів тощо. Фінансування галузі охорони навколишнього природного середовища та відтворення природних ресурсів є вагомим напрямом фінансової політики держави та регіону зокрема [30].

Мінеральні добрива та пестициди, що потрапили на поверхню ґрунту, можуть вимиватися в більш глибокі горизонти й ґрунтові води, надходити у водойми з поверхневим стоком, у друге з'являтися на поверхні ґрунту при капілярному піднятті ґрунтових вод, спричиняючи їх забруднення.

В господарстві для гальмування процесів нітрифікації застосовують інгібітори, які підвищують коефіцієнт використання азоту з добрив і суттєво зменшують його втрати. Найпоширенішим є препарат Нітрапірин, який затримує нітрифікацію амонійних іонів як з ґрунту, так і з внесених добрив. Як свідчать багаторічні дослідження, інгібітори підвищують коефіцієнт використання азоту добрив на 10-15 %, а в окремих випадках і більше, знижуючи втрати азоту з них у 1,5-2 рази.

У технологіях вирощування сільськогосподарських культур здійснюється розрахунок норм добрив під заплановану урожайність на основі врахування виносу кожного елемента, коефіцієнтів засвоєння з ґрунту і добрив. Це дозволяє більш раціонально використовувати добрива з урахуванням екологічного чинника.

Потрапляння мінеральних добрив у водойми можливе внаслідок ерозії, особливо на схилах. Тому в господарстві на площах, які піддаються ерозійним явищам практикують вирощування культур суцільного посіву, вирощування багаторічних трав, насадження полезахисних лісосмуг.

4.3. Атмосферне повітря та його охорона

Атмосферне повітря є одним з головним та важливим елементом природного середовища. Повітря є важливим ресурсом, а його забруднення призводить до непоправних наслідків в багатьох сферах, в таких як : охорони здоров'я, сільського господарства, охорони екосистем, та навіть об'єктам культурної спадщини.

На сучасному етапі, забруднення довкілля внаслідок сільськогосподарської діяльності стає все більш істотним, що пов'язане з застосуванням пестицидів та мінеральних добрив.

В секторі сільського господарства можливе потрапляння азоту добрив а атмосферу внаслідок денітрифікації. З точки зору ролі сільського

господарства в забрудненні повітря найбільше занепокоєння викликають аміак і геміоксид азоту, останній є парниковим газом.

Потенціал викидів NH_3 з сульфату амонію і фосфату амонію значною мірою залежить від реакції ґрунту. На ґрунтах господарства з показником рН нижче 7,0 не рекомендується застосовувати дані добрива без загортання у ґрунт. Також на кислих ґрунтах рекомендовано провести вапнування, яке сприятиме фіксації азоту у ґрунті в органічній формі [52].

Важливо встановлювати баланс азоту на основі співставлення його кількості, що поступає, і кількості, що виводиться. Баланс азоту є різницею між загальною кількістю азоту, що надходить в господарство з добривами, внаслідок фіксації азоту сільськогосподарськими культурами і осадження атмосферного азоту та відчуженням азоту з урожаєм.

У господарстві внесення добрив, здійснюється на основі результатів агрохімічного аналізу ґрунтів і з урахуванням потреб у поживних речовинах сільськогосподарських культур. Норми добрив коректують під місцеві кліматичні умови та з врахуванням економічних міркувань. Це допомагає відповідним чином оптимізувати дози мінеральних добрив з метою отримання максимальної продуктивності сільськогосподарських культур та уникнення накопичення надлишків поживних речовин. Внесення аміачних добрив реалізується спеціалізованою технікою, що мінімізує непродуктивні втрати азоту у вигляді аміаку.

4.4. Стан охорони і примноження флори і фауни

Беручи до уваги проблеми екології, їхній екологічний зв'язок з усіма політичними, соціальними та екологічними факторами, стратегія природокористування має бути однією з фундаментальних складових стратегій розбудови правової, демократичної держави з розвиненою ринковою економікою.

Один із важливих заходів збереження видів флори і фауни є охорона середовищ їх існування. Враховуючи визнаючи виключно важливу роль рослинного і тваринного світу у підтриманні біологічної рівноваги, впровадження заходів їх охорони при здійсненні певного виду діяльності набуває все більшої актуальності [51].

В умовах сільськогосподарського виробництва загрозу несе неконтрольоване поширення вогню внаслідок спалювання соломи, що призводить до знищення значної кількості видів рослин та природного ареалу тварин на прилеглих територіях.

В останні роки визначилася чітка тенденція до збільшення виробництва рослинницької продукції з вмістом нітратів, що перевищує можливо допустиму норму. Причинами підвищення їх вмісту є недотримання технологій вирощування культур, застосування високих норм мінеральних, в основному азотних і органічних добрив, незбалансоване живлення рослин макро- і мікроелементами протягом вегетації, внесення азотних добрив без врахування біологічних вимог рослин, недосконалість техніки внесення азотних добрив у ґрунт [30].

Внесення пестицидів, окрім безпосереднього цільового призначення, здійснює багатосторонній негативний вплив на біосферу, масштаб якого порівнюють з глобальними екологічними чинниками. Головна небезпека пестицидів полягає у входженні їх у біологічний колообіг, у процесі якого вони надходять в організми тварин. Токсичність пестицидів визначена для всіх живих організмів, що пояснюють подібністю їхніх головних біохімічних процесів і молекулярно-біологічною організацією живого.

З метою охорони флори і фауни доцільно застосовувати локальне внесення мінеральних добрив, використовувати малотоксичні пестициди та препарати біологічного походження, реалізовувати заходи раціонального використання природних ресурсів.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ

5.1. Стан охорони праці та цивільної оборони в

.....

Основою сучасного сільськогосподарського виробництва є впровадження інтенсивних технологій, високоефективних машин і механізмів, зростає рівень електрифікації та хімізації, що супроводжується появою додаткових небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які негативно впливають на здоров'я й безпеку працівників аграрної сфери [13].

Загальні умови праці характеризуються режимом праці й відпочинку, станом виробничих і побутових приміщень, організацією й оснащенням робочих місць, забезпеченням харчуванням, спецодягом та спецвзуттям тощо. Технічні умови праці визначаються технічним рівнем і станом засобів праці та досконалістю технологічних процесів. Найважливіші показники технічних умов праці – рівень механізації, автоматизації, комп'ютеризації виробництва, частка ручної праці.

Умови безпеки визначаються ступенем безпеки виробничого устаткування, обладнання та виробничих процесів, їхньою відповідністю вимогам безпеки. Основні показники умов безпеки – рівень аварійності, рівні нещасних випадків і професійних захворювань [4].

Важливою передумовою належної організації роботи з питань безпеки праці та виробничого середовища є створення на всіх рівнях відповідних служб охорони праці та їх укомплектування кваліфікованими спеціалістами.

Виходячи з інтересів громадянина, законодавство регламентує цілий комплекс соціально спрямованих вимог та профілактичних заходів, що повинні виконуватися керівником протягом всього періоду трудових відносин з найманим працівником [22].

У господарстві роботу щодо управління охороною праці здійснює керівник. Обов'язки, права та відповідальність посадових осіб за виконання покладених на них функцій з питань охорони праці передбачаються в посадових обов'язках.

Вся нормативна інформація з охорони праці по лінії прямого зв'язку від керівника підприємства надходить до інженера з охорони праці, який її обробляє і розподіляє між виконавцями. Головні спеціалісти розробляють певні заходи з охорони праці і через керівників виробничих дільниць забезпечують їх реалізацію на робочих місцях.

В результаті встановлення недоліків з охорони праці інформація передається інженеру з охорони праці, який застосовує заходи щодо їх усунення.

Важливим є реалізація заходів у сфері цивільного захисту, зокрема, проводиться навчання з питань цивільного захисту, оповіщення та інформування працівників про загрозу і виникнення надзвичайних ситуацій.

5.2. Покращення гігієни праці, техніки безпеки і пожежної безпеки за вирощування ячменю ярого у господарстві

На здоров'я працівників, крім біологічних, сімейно-побутових, медико-профілактичних чинників, істотно впливають виробничо-професійні умови. Встановлення об'єктивної залежності захворюваності працівників від санітарно-гігієнічних умов праці є важливою передумовою розробки і впровадження профілактичних заходів, спрямованих на поліпшення стану здоров'я та підвищення продуктивності праці [22].

Безпека праці при застосуванні пестицидів і мінеральних добрив у господарстві забезпечується шляхом проведення навчання персоналу, механізацією та автоматизацією всіх робіт з використанням спеціального обладнання і машин, застосуванням засобів індивідуального захисту

працюючих, впровадженням систем профілактичних заходів та контролю за дотриманням нормативних умов праці.

Для захисту сільськогосподарських культур, зокрема, ячменю ярого застосовуються пестициди, які пройшли державну реєстрацію і занесені до Переліку пестицидів і агрохімікатів дозволених до використання в Україні.

Відповідальність за техніку безпеки при роботі з пестицидами та мінеральними добривами покладено на керівника господарства.

На період проведення робіт з хімічними засобами захисту рослин за кожним працівником закріплюється комплект засобів індивідуального захисту включаючи спецодяг, спецвзуття, респіратор, рукавиці. Вибір індивідуальних засобів захисту здійснюватися з урахуванням властивостей пестицидів і мінеральних добрив, умов праці.

Важливим елементом профілактики отруєнь пестицидами є дотримання періоду очікування внесених пестицидів та виходу людей на поля, де їх застосовували.

При проведенні механізованих робіт необхідно перевіряти стан техніки та агрегатів. Зокрема, перевіряти відсутність у деталях корозії, механічних пошкоджень та дефектів, що впливають на безпеку виконання робіт, спрацьовування гальмівної системи причепа у разі аварійного гальмування, відсутність витікання палива, охолоджувальної рідини у двигуні, підтікання експлуатаційної рідини у гідросистемах машин та їх робочих органів, надійність кріплення елементів коліс [47].

В господарстві приміщення для зберігання пестицидів обладнане вентиляцією, відповідають нормативам. У них наявні засоби пожежогасіння, особистої гігієни, аптечка першої допомоги, інвентар, стіл для оформлення і зберігання документації.

Пожежі наносять велику шкоду сільському господарству, знищують або пошкоджують виробничі потужності і техніку, урожаї, склади продукції і насіння. Основними причинами пожеж в умовах сільськогосподарського виробництва є недотримання основних вимог безпеки при застосуванні

джерел відкритого вогню при ремонтних роботах, спалюванні рослинних решток. Причинами пожеж на комбайнах, тракторах, самохідних шасі, автомобілях можуть бути паливо, що потрапляє через нещільності з'єднань на розпечені частини двигуна, іскри з випускних труб глушників, при неправильному регулюванні систем живлення та запалювання, порушення правил транспортування зерна, куріння, ремонтні роботи із застосуванням відкритого вогню та інше. Також пожежну небезпеку машин і механізмів обумовлює велика кількість горючих речовин та матеріалів, а саме палива, мастильних матеріалів, паливо-проводів з полімерних матеріалів [47].

В період підготовки до жнив важливими протипожежними заходами є посилення агітаційно-масової роботи, навчання правилам пожежної безпеки, складання схематичного плану протипожежного захисту врожаю і огляд сільськогосподарської техніки. Всі бригадири, агрономи, механіки, завідувачі зернотоками, комбайнери, їх помічники, трактористи, водії машин проходять навчання щодо правил пожежної безпеки в об'ємі програми пожежно-технічного мінімуму. Всіх працівників і службовців, які задіяні на збиранні врожаю, інструктують. Особи, що не пройшли інструктаж, до робіт із збирання врожаю не допускаються.

Зерносклади перевіряються власником на відповідність вимогам пожежної безпеки. Виявлені недоліки у їх протипожежному стані усуваються до початку сушіння та приймання зерна.

5.3. Захист населення у надзвичайних ситуаціях

Оптимальним варіантом розв'язання проблеми захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру є реалізація державної політики у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій шляхом системного здійснення заходів щодо захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій [29].

Заходи захисту населення від надзвичайних ситуацій передбачають:

- 1) здійснення організаційних та спеціальних заходів щодо запобігання виникненню надзвичайних ситуацій;
- 2) створення, поповнення та зберігання місцевого матеріального резерву для запобігання і ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій;
- 3) забезпечення пожежної безпеки, забезпечення засобами індивідуального захисту;
- 4) придбання оснащення для здійснення аварійно-рятувальних, пошукових робіт у зонах надзвичайних ситуацій рятування та надання допомоги постраждалому і травмованому населенню;
- 5) заходи, спрямовані на утримання захисних споруд цивільного захисту, які є підготовленими до використання за призначенням.

Організація оперативного реагування на надзвичайну ситуацію полягає у поетапному здійсненні організаційних і управлінських заходів від планування реагування, інформування, переведення органів управління і сил у вищій ступені готовності, безпосереднього управління ними, організації взаємодії і всебічного забезпечення до забезпечення безпеки людей в зоні надзвичайної ситуації [2; 13].

Відповідальність за своєчасне, повне та об'єктивне інформування про загрозу або виникнення надзвичайної ситуації покладається на керівника господарства.

За рішенням спеціальної комісії з ліквідації надзвичайних ситуацій суб'єкти реагування на надзвичайну ситуацію планують і здійснюють заходи щодо забезпечення безпеки органів управління і сил, що беруть участь у розв'язанні завдань попередження та ліквідації надзвичайної ситуації. Вживаються заходи щодо забезпечення безпеки постраждалих громадян, які знаходяться в зоні надзвичайної ситуації, і збереження їх майна. Здійснюються термінові заходи щодо захисту населення та його відселення з небезпечних зон.

ВИСНОВКИ

Обґрунтовано систему удобрення ячменю ярого сорту Амадей за внесення норм мінеральних добрив та позакореневих підживлень мікродобривами на ясно-сірому лісовому ґрунті в кліматичних умовах Львівської області, що дозволяє зробити висновки:

1. Найвищий рівень вмісту у ґрунті легкогідролізованих сполук азоту, рухомих сполук фосфору та обмінних сполук калію в період вегетації ячменю ярого забезпечує внесення мінеральних добрив в нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$. Позакореневе застосування мікродобрив на цьому фоні незначно впливало на зміну їх вмісту у ґрунті. У фазу за ВВСН 39 в шарі 0-15 см показники на зазначених варіантах відповідно склали 129-133, 109-111 та 92-93 мг/кг ґрунту.

2. Макроелементне та мікроелементне удобрення позитивно впливає на ростові процеси ячменю ярого. Внесення мінеральних добрив у нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$ та дворазове підживлення посівів у фазу за ВВСН 23 та 32 Квантум хелат міді + Квантум хелат марганцю + Хелат цинк забезпечує найвище значення висоти рослин, яке у 39 фазу склало 55,7 см, у 92 фазі – 79,5 см, що вище від контролю на 8,0 та 8,9 см. Площа листової поверхні збільшується залежно від фази вегетації на 17,5-24,5 тис. $m^2/га$, кількість продуктивних колосів зростає на 127 шт./ m^2 .

3. Встановлено покращення показників структури урожаю ячменю ярого на фоні сумісного внесення норм мінеральних добрив та мікродобрив. Обробка посівів хелатами міді, марганцю та цинку за норми добрив $N_{80}P_{60}K_{60}$ забезпечує отримання довжини колоса на рівні 11,2 см за приросту 3,0 см, озерненості колоса – 21,7 зерен/колос за приросту 4,6 зерен.

4. Варіант удобрення $N_{80}P_{60}K_{60}$ + Квантум хелат міді + Квантум хелат марганцю + Хелат цинк є найефективнішим і забезпечує урожайність ячменю ярого сорту Амадей на рівні 5,79 т/га зерна, що вище від неудобреного фону на 2,23 т/га, або 62,6 %. Даний фон живлення сприяє підвищенню вмісту в

зерні азоту на 0,51 %, фосфору – на 0,40 %, калію – на 0,39 %. Отримано найвищий вміст білка – 11,74 %, жиру – 2,84 %, маси 1000 зерен – 48,5 г, натури зерна – 658 г/л.

5. Застосування мінеральних добрив у нормі 80 кг/га азоту та по 60 кг/га фосфору і калію у діючій речовині та позакореневе підживлення посівів халатами міді, марганцю та цинку є економічно та енергетично-доцільним. Зазначений варіант забезпечує отримання чистого доходу на рівні 18232 грн./га за рівня рентабельності 73,2 %, коефіцієнта енергетичної ефективності – 2,81.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

На світло-сірому лісовому ґрунті зони Полісся рекомендується застосовувати дворазове позакореневе підживлення посівів ячменю ярого мікродобривами Квантум хелат міді + Квантум хелат марганцю + Хелат цинк у фазу за ВВСН 23 та 32 на фоні внесення мінеральних добрив у нормі $N_{80}P_{60}K_{60}$. Зазначений фон мінерального удобрення забезпечує отримання урожайності на рівні 5,8 т/га та підвищення показників якості зерна.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Булигін С. Ю., Тонха О. Л., Вітвіцький С. В., Кучер Л. І., Буланий О. В. Оцінка і управління якістю ґрунтів. Навчальний посібник. К.: Видавництво, 2020. 489 с.
2. Васійчук В. О., Гончарук В. Є., Качан С. І., Мохняк С. М. Основи цивільного захисту: навч. посіб. Львів : 2010. 384 с.
3. Веремеєнко С. І., Ткачук С. О., Трушева С. С. Вплив мікродобрив та регуляторів росту рослин на врожайність та якість зерна ячменю ярого. *Наукові горизонт*. 2020. № 01 (86). С. 14–21.
4. Войналович О. В. Актуальні завдання державного нагляду та контролю з охорони праці в сільському господарстві. Проблеми охорони праці в Україні. Збірник наукових праць. К.: ННДІПБОП. 2011. № 21. 168 с.
5. Гораш О. С., Климишена Р. І. Вплив позакореневого підживлення рослин пивоварного ячменю на вміст білка в зерні. *Вісник аграрної науки*. 2020, № 4 (805). С. 28–34.
6. Городній М. М., Бикін А. В., Нагаєвська Л. М. Агрохімія : Підручник. Київ : видавництво ТОВ “Алефа”, 2003. 786 с.
7. Господаренко Г. М. Агрохімія : підручник. Київ : Аграрна освіта, 2013. 406 с.
8. Господаренко Г. М. Машинник О. О. Формування структурних елементів урожаю ячменю ярого за позакореневих підживлень мікродобривами. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва : Агрономія. 2011. Ч. 1. Вип. 77. С. 8–14.
9. Господаренко Г. М., Стасіневич О. Ю., Прокопенко Е. В. Врожайність зерна ячменю ярого за тривалого застосування добрив у польовій сівоzmіні. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2015. № 1. С. 3–6.
10. Господаренко Г. М., Стасіневич О. Ю., Прокопенко Е. В. Врожайність зерна ячменю ярого за тривалого застосування добрив у

польовій сівозміні. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2015. № 1. С. 3–6.

11. Гудзь В. П. Екологічні проблеми землеробства. Підручник. Житомир: Вид-во «Житомирський національний агроекологічний університет», 2010. 708 с.

12. Дегодюк Е. Г., Проненко М. М., Ігнатенко Ю. О., Пипчук Н. М., Мулярчук А. О. Сучасні системи удобрення в землеробстві України : науково-методичні та науково-практичні рекомендації. Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2020. 84 с.

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

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

15. Жатов О. Г., Гуліда Г. В. Роль мінеральних добрив у процесі формування високоврожайного посіву ячменю. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*. 2011. Вип. 4. С. 61–64.

16. Іщенко В. А., Козелець Г. М. Формування продуктивності ячменю звичайного ярого залежно від інокуляції насіння біопрепаратом та позакоренових підживлень в Степу України. *Agrology*. 2021. № 4(4). С. 180–186.

17. Каленська С. М., Токар Б. Ю. Урожайність ячменю ярого залежно від рівня мінерального живлення. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2015. Вип. 23. С. 30–33.

18. Кирилюк В. П., Тимошук Т. М., Котельницька Г. М. Вплив систем основного обробітку ґрунту та удобрення на продуктивність ячменю ярого. *Наукові горизонти*. 2019. № 9. (82). С. 36–44.

19. Коваленко О. А., Гекало Я. С., Зборовський Д. І. Вплив позакоренового підживлення на урожайність сортів ячменю ярого в умовах

ННПЦ МНАУ. *Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції «Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових розробок у виробництво»* (м. Миколаїв, 18-21 жовтня 2022 р.). Миколаїв: МНАУ, 2022. С. 59-62.

20. Коробова О. М., Вінюков О. О. Вплив попередників та фону живлення на рівень продуктивності рослин ячменю ярого. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 103. С.75–81.

21. Кулика І. О. Оптимізація агротехнічних заходів вирощування вівса і ячменю ярого в Північному Степу України : автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук. Дніпропетровськ, 2014. 24 с.

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

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

24. Лихочвор В. В., Проць Р. Р., Долежал Я. Ячмінь. Львів : НВФ «Українські технології», 2003. 99 с.

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

26. Майстер А. А., Салей Л. П., Майстер О. А, Елементи інтенсивної технології вирощування ярого ячменю в зоні Полісся України. *Вісник державного агроекологічного університету*. 2002. № 1. С. 32–36.

27. Машинник О. О. Вміст білка в зерні ячменю ярого за інтенсивних технологій вирощування. *Сільське та лісове господарство*. 2014. Т. 2, № 1. С. 2-7.

28. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1988. 208 с.
29. Міхеєв Ю. В., Праховнік Н. А., Землянська О. В. Цивільний захист: навч. посіб. Київ : Основа, 2014. 186 с.
30. Мулик Т. О. Оцінка впливу сільського господарства на довкілля: регіональний аспект. *Електронне наукове фахове видання з економічних наук «Modern Economics»*. 2020. № 19. С. 135-142. <https://modecon.mnau.edu.ua>
31. Оничко В. І. Бердін С. І. Реакція сортів ячменю ярого на зміну норм висіву та рівня мінерального живлення в умовах Північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія Агронімія і біологія*. 2011. Вип 11. С. 76–84.
32. Охорона прав на сорти рослин : Бюлетень. Український інститут експертизи сортів рослин. Вінниця : ТОВ «Твори», 2021. Вип. 5. С. 228.
33. Патица В. П., Макаренко В. М. та ін. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів. К.: Основа, 2005. 300 с.
34. Перелік пестицидів і агрохімікатів дозволених до використання в Україні. Київ : Юнівест Медіа, 2022. 1040 с.
35. Позняк С. П. Ґрунти Львівської області. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2019. 422 с.
36. Позняк С. П. Ґрунтознавство і географія ґрунтів: підручник. У двох частинах. Ч.1. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2010. С. 241-250.
37. Поліщук І. С., Телеколо Н. В. Формування продуктивності сортів ячменю ярого залежно від впливу позакоренових підживлень в умовах Лісостепу Правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2018. № 8. С. 35–44.
38. Польовий А. М., Гуцал А. І., Дронова О. О. Ґрунтознавство: підручник. Одеса: Екологія, 2013. 668 с.
39. Польовий В. М., Ткач Є. Д., Лукащук Л. Я., Ровна Г. Ф., Гук Б. В., Курач О. В. Продуктивність ячменю ярого залежно від удобрення та

вапнування в умовах Західного Полісся. *Агроекологічний журнал*. 2020. № 1. С. 83–90.

40. Прогноз фітосанітарного стану агроценозів України та рекомендації щодо захисту рослин у 2022 р. Київ, 2022. С. 27–54.

41. Псковский Г. Застосування добрив. Еколист на зернових навесні. *Пропозиція*. 2007. № 3. С. 60–61.

42. Рассадіна І. Ю., Леонова К. П., Садовський І. С., Власенко С. О. Якість зерна ячменю ярого залежно від підживлення рослин мінеральним азотом. *Збірник наукових праць Уманського НУС. : Агронімія. Ч.1*. 2021. № 98. С. 192–199.

43. Рожков А. О., Гутянський Р. А. Динаміка формування площі листя рослин ячменю ярого залежно від впливу норми висіву та позакореневих підживлень. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2017. № 4. С. 32–37.

44. Рожков А. О., Чернобай С. В. Урожайність ячменю ярого сорту Докучаєвський 15 залежно від застосування різних норм висіву та позакореневих підживлень. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2014. № 4. С. 30–34.

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

46. Романів П. В. Географо-генетичні особливості фізичного стану ґрунтів Передкарпаття : автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата географічних наук. Львів, 2007. 24 с.

47. Сакун М. М., Нагорнюк В. Ф. Охорона праці при вирощуванні сільськогосподарських культур: Навчальний посібник. Одеса, 2009. 187 с.

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

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

50. Фатєєв А. І., Шедей Л. О., Маклюк О. І. та ін. Управління якістю зерна ячменю : рекомендації для спеціалістів сільськогосподарських підприємств і керівників господарств. Харків, 2010. 43 с.

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

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

53. Фурман В. М., Мороз О. С., Люсак А. В., Ткачук С. О. Моніторинг реакції ячменю ярого на удобрення фосфоазотином. Вісник НУВГП. Серія «Сільськогосподарські науки». 2022. Вип. 2 (98). С. 147–160.

54. Шевченко М. С., Десятник Л. М., Бокун А. І. Динаміка запасів продуктивної вологи в ґрунті та урожайність ячменю ярого залежно від обробітку ґрунту і добрив. *Зернові культури*. 2020. Т. 4, № 1. С. 160–166.

55. Шевчук О. В. Вплив післядії різних систем удобрення на динаміку вмісту азоту в ґрунті, рослинах і зерні ячменю ярого. Вісник Харківського національного аграрного університету. 2013. № 1. С. 135–139.

56. Щерба М. М., Качмар О. Й., Дубицька А. О., Вавринович О. В., Таравська О. В. Вплив удобрення на формування продуктивності ячменю ярого в короткоротаційних сівозмінах. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2023. Вип. 74 (1). С. 140–163.

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

58. Якість ґрунту. Визначення рН (ISO 10390:2005, IDT) : ДСТУ ISO 10390:2007. [Чинний від 2009–10–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2012. 13 с.
59. Якість ґрунту. Відбирання проб: ДСТУ 4287:2004. [Чинний від 2005–07–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 10 с.
60. Ågren G.I., Weih M. Plant stoichiometry at different scales: element concentration patterns reflect environment more than genotype. *New Phytologist*. 2012. 194: P. 944–952.
61. Bogužas, V., Sinkevičienė, A., Romanekas, K., Steponavičienė, V. & Butkevičienė, L. M. The impact of tillage intensity and meteorological conditions on soil temperature, moisture content and CO₂ efflux in maize and spring barley cultivation. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2018. № 105 (4). P. 307–314.
62. Brennan, J., Forristal, P., McCabe, T. & Hackett, R. The effect of soil tillage system on the nitrogen uptake, grain yield and nitrogen use efficiency of spring barley in a cool Atlantic climate. *The Journal of Agricultural Science*. 2015. № 153 (5). P. 862–875.
63. Maleki Farahani S., Chaichi M.R., Mazaheri D. et al. Barley Grain Mineral Analysis as Affected by Different Fertilizing Systems and by Drought Stress. *Agricultural Science and Technology*. 2011. V. 13. P. 315–326.
64. Piedra-Munoz L., Galdeano-Gomez E., Percz-Mesa J.C. Is Sustainability Compatible with Profitability? An Empirical Analysis on Family Farming Activity. *Sustainability*. 2016. № 8. P. 893.

ДОДАТКИ

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

Технологічна карта вирощування ярого ячменю

Результати статистичної обробки даних урожайності
ячменю ярого за 2023 рік

Вихідні дані урожайності, т/га

Варіант	Повторення		
	I	II	III
1. Контроль (без добрив)	3,46	3,53	3,68
2. N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀	4,67	4,76	4,82
3. N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀ + Квантум хелат міді + Квантум хелат марганцю + Хелат цинк	5,06	5,22	5,2
4. N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	5,33	5,30	5,41
5. N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀ + Квантум хелат міді + Квантум хелат марганцю + Хелат цинк	5,70	5,77	5,89

Середнє по досліді – 4,92 т/га

Таблиця дисперсій

Дисперсія	Сума квадратів	Степені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера (F _{факт.})
Загальна	8,76	14		
Повторень	0,09	2		
Варіантів	8,64	4	2,16	475,5
Залишку	0,04	8	0	

Помилка середньої – 0,04

Помилка різниці середніх – 0,06

НІР₀₅ = 0,13 т/га, НІР₀₅ = 2,74 %

Сила впливу фактора – 0,99, точність досліді – 0,79.