

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМ. С. ГЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ
КАФЕДРА АГРОХІМІЇ ТА ҐРУНТОЗНАВСТВА

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

освітнього ступеня – МАГІСТР

на тему: «Вплив удобрення на врожайність та якість зерна ярого ячменю
на сірому лісовому ґрунті Львівської області»

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

Керівник: **Оксана ГАСЬКЕВИЧ**

Рецензент: _____

Дубляни 2025 року

Міністерство освіти і науки України

Львівський національний університет ветеринарної медицини та
біотехнологій ім. с. Гжицького

Факультет агротехнологій та охорони довкілля

Кафедра агрохімії та ґрунтознавства

Освітній ступінь "магістр"

Спеціальність 201 "Агрономія"

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Зав. кафедри _____
(підпис)

к. геогр. наук, доцент **Оксана ГАСЬКЕВИЧ**
(наук. ступ., вч. зв.) (ініціали і прізвище)

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту **Віхораку Назару Петровичу**

1.Тема роботи: «Вплив удобрення на врожайність та якість зерна ярого ячменю на сірому лісовому ґрунті Львівської області»

Керівник кваліфікаційної роботи Гаськевич Оксана Володимирівна,

кандидат географічних наук, доцент

Затверджені наказом по університету від “ 31 ” грудня 2024 р. № 906/к-с

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи 1 грудня 2025 року

3. Вихідні дані для кваліфікаційної роботи: Системи удобрення ярого ячменю: 1) контроль – без внесення добрив; 2) $N_{45}P_{45}K_{30}$; 3) $N_{45}P_{45}K_{30}$ + ФоліГрін Мікро; 4) $N_{60}P_{60}K_{45}$; 5) $N_{60}P_{60}K_{45}$ + ФоліГрін Мікро. Вплив мінерального живлення на вміст поживних елементів у ґрунті, продуктивність культури. Ґрунт – сірий лісовий, ґрунтово-кліматична зона – Лісостеп.

4.Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які необхідно розробити)

Вступ

Розділ 1. Огляд літератури

Розділ 2. Умови, вихідний матеріал і методика досліджень

Розділ 3. Результати досліджень

Розділ 4. Охорона праці та захист населення

Розділ 5 Охорона навколишнього природного середовища

Висновки і пропозиції виробництву

Бібліографічний список.

Додатки

5. Перелік графічного матеріалу (подається конкретний перерахунок аркушів з вказуванням їх кількості)

1. Ілюстративні таблиці за результатами досліджень в основній частині роботи (13 шт.) і в додатках (2 шт.)

2. Рисунок гідротермічних умов дослідження (4 шт.), динаміки досліджуваних показників (10).

6. Консультанти з розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис / дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
З охорони праці та захисту населення	Тимочко В.О. , доц.каф. фізики, інженерної механіки			
З охорони навколишнього середовища	Хірівський П.Р. , зав. каф. екології та захисту довкілля доцент			

7. Дата видачі завдання 20 вересня 2024 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів	Відмітка про виконання
1	Вивчення впливу удобрення ярого ячменю на властивості сірого лісового ґрунту та продуктивність культури в умовах Львівської області.	03.2024 – 08.2025	
2	Написання розділу 1. Огляд літератури	до 02.2025	
3	Написання розділу 2. Умови та методика проведення досліджень	01.02.2025- 01.04.2025	
4	Написання розділу 3. Результати досліджень	01.04.2025- 01.10.2025	
5	Написання розділу 4. Охорона праці та захист населення.	01.10.2025 – 31.10.2025	
6	Написання розділу 5. Охорона навколишнього природного середовища. Формування висновків, бібліографічного списку, додатків.	01.11.2025- 01.12.2025	

Студент

Назар ВІХОРАК

(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи

Оксана ГАСЬКЕВИЧ

(підпис)

УДК 631.8:633.11

Вплив удобрення на врожайність та якість зерна ярого ячменю на сірому лісовому ґрунті Львівської області. Віхорак Н. П. Кваліфікаційна робота. Кафедра агрохімії та ґрунтознавства. Дубляни, Львівський НУП, 2025.

79 с. текст. част., 13 табл., 14 рис., 70 джерел

Вивчення впливу умов мінерального живлення ярого ячменю на його продуктивність проведено впродовж 2024–2025 років в умовах ФГ “*****” Львівського району Львівської області на сірому лісовому ґрунті. Метою досліджень було встановити оптимальну норму мінеральних добрив, за якої формується висока врожай та якість зерна ярого ячменю будуть найвищими, а також підтримується бездефіцитний баланс поживних елементів у ґрунті.

Полеві досліді закладено за такою схемою: 1 – контроль – без добрив; 2 – $N_{45}P_{45}K_{30}$; 3 – $N_{45}P_{45}K_{30}$ + ФоліГрін Мікро; 4 – $N_{60}P_{60}K_{45}$; 5 – $N_{60}P_{60}K_{45}$ + ФоліГрін Мікро. Агротехніка вирощування загальноприйнята для зони Лісостепу України. У досліді використано середньостиглий сорт ярого ячменю Монро зернового напрямку використання.

Встановлено, що оптимізація умов живлення забезпечує кращі умови росту та розвитку рослин, що позначається на зростанні показників їх індивідуальної продуктивності. Це супроводжується зростанням врожайності зерна. Найкращі показники структури врожаю та найбільшу кількість зерна (4,78 т/га) отримано за норми удобрення $N_{60}P_{60}K_{45}$ + ФоліГрін Мікро. Зазначена норма добрив забезпечує найвищий вміст білка у зерні – 11,8%, збір білка – 0,56 т/га та крохмалю – 3,76 т/га.

Внесення мінеральних добрив та мікродобрив є економічно обґрунтованим заходом, оскільки підвищує рівень рентабельності виробництва (40,1–55,3%) та забезпечує отримання високого чистого прибутку (27 515–31 120 грн/га). Найбільш рентабельним та ефективним з погляду енергетичних витрат було внесення $N_{60}P_{60}K_{45}$ + ФоліГрін Мікро.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
Розділ 1. БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОЩУВАННЯ ЯРОГО ЯЧМЕНЮ: СУЧАСНИЙ СТАН НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	8
1.1 Сучасний стан виробництва ярого ячменю	8
1.2 Роль макроелементів у формуванні продуктивності ярого ячменю	11
1.3 Мікроелементи для підвищення продуктивності ярого ячменю	14
Розділ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ	19
2.1. Природні умови та ґрунтовий покрив території досліджень	19
2.2. Клімат та погодні умови періоду досліджень	21
2.3. Методика досліджень.....	24
2.4. Агротехніка вирощування ярого ячменю та характеристика сорту ...	26
Розділ 3. ВРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА ЯРОГО ЯЧМЕНЮ ЗА РІЗНИХ НОРМ УДОБРЕННЯ (результати дослідження)	29
3.1. Морфологічна будова та фізичні властивості сірого лісового ґрунту ...	29
3.2. Фізико-хімічні властивості сірого лісового ґрунту	32
3.3. Поживний режим сірого лісового ґрунту за різних норм удобрення ...	34
3.4. Вплив мінерального живлення на ріст та розвиток рослин ярого ячменю KWS Кріссі	38
3.5. Продуктивність колоса ячменю ярого Кріссі за різних умов мінерального живлення	43
3.6. Вплив удобрення на врожайність ячменю ярого KWS Кріссі	45
3.7. Якісні показники зерна ячменю ярого за різних норм мінерального живлення	47
3.8. Економічна та енергетична ефективність удобрення ярого ячменю ...	50
Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ У ГОСПОДАРСТВІ	53
4.1. Загальні положення та аналіз стану охорони праці у ФГ “*****”	53
4.2. Покращення гігієни праці, пожежної безпеки і техніки безпеки у вирощуванні ярого ячменю	54

4.3. Захист населення від надзвичайних ситуацій	5
4.3. Захист населення від надзвичайних ситуацій	56
Розділ 5. ОХОРОНА ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА	58
5.1. Охорона ґрунтів у сільському господарстві	58
5.2. Охорона водних ресурсів	59
5.3 Охорона атмосферного повітря	59
5.4 Захист і примноження біорізноманіття	60
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	62
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	64
ДОДАТКИ	71
Додаток А. Технологічна карта вирощування ярого ячменю	72
Додаток Б. Гранулометричний склад сірого лісового ґрунту	75
Додаток В. Статистична обробка даних врожайності ярого ячменю за 2024 рік	76
Додаток Г. Статистична обробка даних врожайності ярого ячменю за 2025 рік	77
Додаток Д. Ксерокопія тез доповіді на конференції	78

ВСТУП

Серед зернових культур, що вирощуються в Україні, ячмінь посідає провідне місце за площею посівів і господарським значенням. Проте за потенціалом врожайності Україна поступається провідним світовим виробникам, що свідчить про потребу вдосконалення технології вирощування культури. В умовах лісостепової зони Львівщини, де поєднуються середньо континентальний клімат, різноманітність ґрунтів і значні річні коливання опадів, досягнення стабільної врожайності ячменю значною мірою залежить від раціональної системи удобрення.

Актуальність теми. В умовах сучасного землеробства питання оптимізації мінерального живлення набуває особливого значення, оскільки правильне співвідношення макро- та мікроелементів у системі удобрення дозволяє повною мірою реалізувати потенціал сортів, підвищити ефективність використання добрив та покращити якість зерна. На сірих лісових ґрунтах Львівської області спостерігається нестача легкодоступних сполук азоту та середній рівень забезпечення фосфором, тоді як вміст калію переважно високий. Така нерівномірність поживного режиму зумовлює необхідність розробки адаптованих схем удобрення ярого ячменю з урахуванням місцевих ґрунтово-кліматичних умов. У зв'язку з цим важливим є дослідження різних норм і форм добрив, а також ефективності їх комбінованого застосування.

Об'єкт дослідження – процеси формування продуктивності ярого ячменю залежно від системи мінерального живлення в умовах лісостепової зони Львівщини.

Предмет дослідження – вплив норм, форм та строків внесення мінеральних добрив на ріст, розвиток, урожайність і якість зерна ярого ячменю.

Мета дослідження – наукове обґрунтування та розробка оптимальної системи мінерального живлення ярого ячменю для умов сірих лісових ґрунтів Львівщини, що забезпечує високий рівень урожайності та якості зерна при раціональному використанні добрив. Для досягнення мети поставлено такі завдання:

- дослідити агрохімічні показники сірого лісового ґрунту дослідної ділянки та визначити його придатність для вирощування ярого ячменю.
- Встановити вплив різних норм мінеральних добрив на показники росту та розвитку ярого ячменю.
- Оцінити ефективність позакоренових підживлень мікродобривами на фоні мінерального живлення.
- Визначити вплив добрив на урожайність, структуру врожаю та якість зерна.
- Провести економічну оцінку ефективності запропонованих варіантів удобрення.

Методи досліджень. Для досліджень використовували польові, лабораторні, розрахунково-аналітичні та статистичні методи. Статистичну обробку даних проводили з метою визначення достовірності отриманих результатів.

Наукова новизна отриманих результатів. Для умов сірого лісового ґрунту лісостепової зони Львівщини визначено оптимальні норми й співвідношення елементів живлення ярого ячменю сорту KWS Кріссі за використання мінеральних добрив у поєднанні з позакореновими підживленнями мікродобривами. Науково обґрунтовано вплив збалансованого живлення на формування елементів структури врожаю та якісних показників зерна. Отримані результати дозволять уточнити норми азотного живлення залежно від погодних умов вегетаційного періоду та забезпеченості ґрунту поживними речовинами.

Практичне значення роботи. Результати дослідження можуть бути використані у практиці господарств Львівської області та інших регіонів Лісостепу при розробці технологій вирощування ярого ячменю. Запропоновані схеми удобрення сприятимуть підвищенню врожайності та якості зерна, оптимізації витрат на мінеральні добрива, покращенню родючості ґрунту та зменшенню антропогенного навантаження на довкілля.

РОЗДІЛ 1

БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОЩУВАННЯ ЯРОГО ЯЧМЕНЮ: СУЧАСНИЙ СТАН НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Сучасний стан виробництва ярого ячменю

Ячмінь є універсальною сільськогосподарською культурою, яку вирощують з метою отримання продовольчого, кормового та пивоварного зерна. Разом з тим, ячмінь є важливим компонентом сівозмін, що дозволяє підтримувати інтенсивний рівень землеробства. Ярий ячмінь, зокрема, має короткий вегетаційний період, добре реагує на внесення добрив, швидко звільняє поле для наступних культур і відіграє важливу роль у формуванні вискоєфективних агроландшафтів.

Площі, зайняті посівами ячменю у світі, є стабільно високими, хоча й коливаються за окремими роками. Впродовж останніх років найбільші посіви фіксували у 2020 р. – близько 51–52 млн га, у наступні роки простежувались помірні коливання, зумовлені регіональними змінами у сівозмінах, кліматичними чинниками та економічними стимулами. У 2022–2023 роках валовий збір зерна ячменю у світі становив приблизно 140–150 млн т [54, 63]. Попри значні площі та обсяг виробництва, потреби в зерні ячменю значно перевищують його виробництво, тому особлива увага приділяється створенню нових сортів цієї культури, що може забезпечити 30–35% приросту валового збору зерна [53].

Найбільшими виробниками зерна ячменю у 2024 р. були Австралія, Франція, Німеччина, Канада. Враховуючи розподіл за глобальними регіонами, у 2024 році провідну роль у світовому експорті ячменю відіграв європейський регіон. Постачальники з країн Європи реалізували найбільші обсяги цієї культури, а загальна вартість експорту становила близько 5,3 млрд доларів США, що відповідає приблизно 60,5% від світового експорту ячменю. Друге місце за експортом займала Австралія та Океанія – близько 18,8% світового експорту. Далі за обсягами розмістилися країни Латинської Америки та Карибського басейну (8,2%) і Північної Америки (8,0%). Найменшу частку у структурі

світового експорту займали країни Азії (4,3%) та Африки (0,1%) [56, 66], що свідчить про відносно низьку експортну активність цих регіонів у торгівлі ячменем. Такий розподіл зумовлений як кліматичними та агроекономічними умовами, так і ступенем розвитку ринку зернових у відповідних частинах світу.

Середньосвітова врожайність ячменю у 2024 році становила близько 3,2 т/га, що показує приріст приблизно 2,7% порівняно з попереднім роком [67]. У окремих країнах Європи врожайність значно вища: наприклад, у Франції, Німеччині та деяких інших державах вона перевищує 6 т/га [68]. Урожайність у багатьох країнах зростала шляхом інтенсивної агротехніки й кращих сортів, однак погода (посухи 2018, 2020, локальні у 2023–2024 роках) залишалась вирішальним фактором коливання врожайності за роками.

В Україні ячмінь є однією з провідних зернових культур за площею та експортним потенціалом. За даними Держстату, площі під ячменем у 2019–2021 роках коливалися у межах, що забезпечували високі валові збори (наприклад, рекордні врожаї 2021 року) [43]. До 2021 року Україна була одним із значних експортерів ячменю (серед лідерів за експортними обсягами в окремі сезони), але після 2022 року ринок зазнав серйозних потрясінь у зв'язку з війною, порушеннями логістики та змінами маршрутизації експорту. у 2023–2024 р. У світовому експорті Україні належало 7-ме місце. Загалом починаючи з 2000 року найбільший валовий збір зерна ярого ячменю отримали у 2005 році – 7,9 млн т (рис. 1.1). Далі виробництво поступово зменшувалося. Водночас порівняння показників врожайності культури за цей період демонструє їх зростання, починаючи з 2015 р. За період 2029–2022 років середня врожайність ячменю в Україні коливається в межах 31,5–34,3 ц/га.

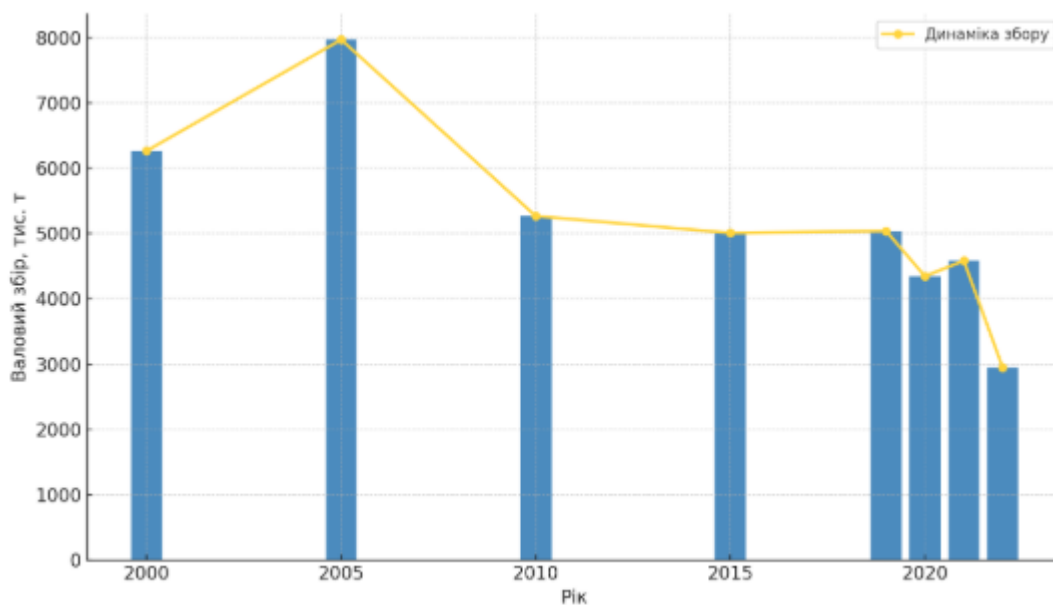


Рисунок 1.1 – Динаміка валового збору зерна ярого ячменю в Україні [43].

Для України середня врожайність на рівні 3,8 т/га є значно нижчою за потенційний рівень провідних виробників Європи, що вказує на резерви підвищення продуктивності через вдосконалення агротехніки, зокрема живлення, сортового складу та захисту.

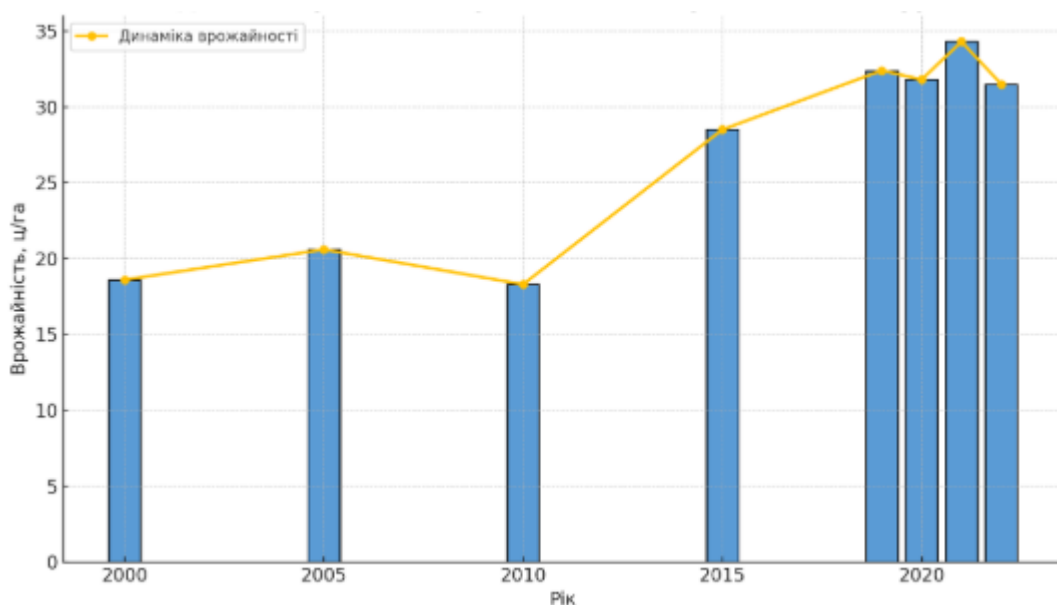


Рисунок 1.2 – Динаміка врожайності ярого ячменю в Україні

Загалом Україна має перспективи для підвищення врожайності ярого ячменю шляхом оптимізації елементів технології його вирощування та підтримання лідерських позицій з продажу цієї культури на світовому ринку.

1.2. Роль макроелементів у формуванні продуктивності ярого ячменю

Рівень продуктивності культури є результатом сукупної дії низки чинників, серед яких, крім генетичних особливостей, важливе місце займає технологія вирощування. Традиційним елементом технології вирощування сільськогосподарських культур є застосування добрив. Стосовно впливу добрив на продуктивність сільськогосподарських культур у науковій літературі міститься чимало публікацій, що висвітлюють різні аспекти їхньої дії [7, 21, 26, 29, 31]. Зокрема, зацікавлення вчених викликають вибір оптимальних форм і норм внесення макроелементів під культури, строків внесення, способів внесення, вивчення взаємодії добрив з ґрунтовим середовищем та вплив погодних умов на ефективність удобрення.

Необхідним елементом для нормального росту та розвитку рослин ярого ячменю є азот. Його нестача у ґрунті є суттєвим чинником зниження родючості, але й надлишок також має негативні прояви, оскільки за таких умов рослини ячменю схильні до вилягання. Крім цього, збільшення норм мінерального азоту супроводжується збільшенням вмісту білка, що не завжди є бажаним явищем [34]. Оптимальні рівні N для інтенсивного вирощування ярого ячменю часто коливаються у широкому діапазоні (від 60 до 160 кг/га) залежно від призначення (використання на фураж чи солод), рівня забезпечення ґрунту, клімату тощо [27, 52].

Результати деяких досліджень вказують на нелінійну залежність: приріст врожаю при збільшенні норми азоту швидко зменшується вище критичної точки, а частина N може залишатися неефективною (низька агрономічна ефективність при високих нормах). Наприклад, у довготривалому досліді у Чехії показано, що ефективність азоту суттєво змінюється залежно від обраного типу добрива і локальних умов [61], що підкреслює необхідність адаптації норми до місцевих умов. Максимальний приріст врожаю ярого ячменю отримано за внесення повного мінерального добрива (+68% – внесення кальцієво-аміачної селітри) та мінерального азоту у формі у поєднанні із приорюванням соломи (+55%). Мінеральні форми азоту, внесені під ярий ячмінь, збільшували також кількість азоту у зерні та соломі.

У літературі висвітлено протилежні погляди на доцільність одноразового внесення азоту. Зокрема, частина дослідників стверджує, що роздільне внесення азоту не дає необхідного ефекту у прирості врожаю [70]. Натомість деякі дослідники вважають за доцільне вносити азот частинами, особливо коли існує ризик його вимивання, або запаси ґрунтової вологи, навпаки, є надто низькими впродовж вегетації [69].

Дослідження підтверджують переваги локального внесення добрив, що сприяє швидшому засвоєнню елементів рослинами. Наприклад різні способи внесення добрив під ярий ячмінь на чорноземі опідзоленому давали різний ефект залежно від погодних умов року. За посушливих умов доцільніше розміщувати стрічку добрив ближче до поверхні, тоді як у роки з достатнім зволоженням – на глибині 20–22 см [44].

Щодо форм азоту, нітратні сполуки дають більш швидкодійний ефект, тоді як амонійні та карбамідні форми мають пролонговану дію; вибір форми повинен відповідати метеорологічним умовам та враховувати прогнози погоди на період внесення (щоб уникнути втрат аміаку або вимивання). Практичні рекомендації вказують на доцільність часткового застосування нітратних форм при старті та використання карбаміду або КАС/рідких сумішей для підживлень [62]. Також зазначається, що часто нормальне засвоєння азоту лімітується браком сірки у ґрунті, що потрібно враховувати при корегуванні поживного режиму ґрунту [57].

Фосфор і калій відзначаються меншою рухливістю у ґрунті, тому їх практично завжди вносять як стартове удобрення під основний обробіток (осіннє чи передпосівне внесення). Досліди показують, що відсутність достатнього фосфорно-калійного фону значно знижує реакцію культури на внесення азоту: без достатнього забезпечення фосфором додаткові дози N не формують приросту врожаю в повному обсязі. У стаціонарних багаторічних дослідях доведено, що довготривале застосування N без компенсації P і K призводить до деградації ґрунту зменшення ефекту від удобрення азотом [64]. Подібні результати отримано й українськими вченими. Зокрема дослідження Паламарчука В. Д., Неїлика М. М. та Колісник О. М. (2024) щодо впливу різних систем удобрення на продуктивність ярого ячменю в умовах Лісостепу України встановили, що

застосування повного мінерального добрива ($N_{45}P_{45}K_{30}$) у поєднанні з мікроелементами (Айдамін комплексний) забезпечує найвищу врожайність (3,12–3,72 т/га) та поліпшує якість зерна [37]. Особливу увагу приділено оптимальному співвідношенню азоту, фосфору й калію, яке сприяє формуванню більшої кількості зерен у колосі та підвищенню маси 1000 зерен. Зазначено, що надмірне внесення азоту без достатнього фосфорно-калійного забезпечення знижує ефективність використання добрив.

Удобрення ярого ячменю повним мінеральним добривом має позитивний вплив і на якісні показники зерна. Так, за вирощування ярого ячменю на чорноземі опідзоленому важкосуглинковому, внесення лише азотного добрива збільшує вміст білка у зерні на 7%, тоді як повне мінеральне добриво – на 10% [13].

За умов локального внесення добрив кращими формами мінеральних добрив є комплексні. За даними досліджень, поєднання NPK в одній гранулі на чорноземі опідзоленому (наприклад, внесення нітроамофоски) є більш ефективним, ніж внесення суміші простих та складних добрив [44].

В умовах високої ціни на добрива зацікавлення виробників і науковців викликає внесення альтернативних форм. Наприклад, на темно-сірому опідзоленому ґрунті позитивний вплив на врожай ярого ячменю мало використання решток попередника як удобрення – приріст врожаю становив 0,13 т/га [39]. Водночас позитивний ефект пожнивних решток проявився не відразу, а у другій – третій ротації сівозміни. Такий пролонгований вплив пов'язаний з потребою нормалізації мікробіологічної діяльності у ґрунті.

Новітнім компонентом сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур, у тому числі і ячменю, є застосування мікробних препаратів, які дозволяють оптимізувати засвоєння рослинами елементів живлення, сприяють зменшенню норм мінеральних добрив та зменшують агрохімічне навантаження на довкілля [33, 38]. Водночас ефективність таких препаратів та їхнє поєднання з основним удобренням суттєво залежить від умов використання. Наприклад, у підзоні північного Степу на чорноземах звичайних внесення препаратів Мікрогумін, Фосфоентерини, Біолан разом з різними

нормами добрив $N_{20-40}P_{20-40}K_{20-40}$ сприяло збільшенню врожаю зерна ячменю на 0,2–0,4 т/га [14]. У зерні також зростав вміст білка. Водночас приріст врожаю не забезпечував достатнього збільшення прибутку, тому рівень рентабельності внесення біопрепаратів разом з мінеральними добривами на посівах ячменю був меншим, ніж їхнє внесення без добрив, на природному фоні.

1.3. Мікроелементи для підвищення продуктивності ярого ячменю

У системі удобрення ярого ячменю важливе значення має внесення мікродобрив, які забезпечують повноцінне живлення рослин у критичні фази росту та розвитку. Достатня кількість мікроелементів оптимізує біохімічні процеси у рослинах, позитивно впливає на процеси фотосинтезу та дихання, утворення білків, обмін азоту та вуглеводів. Найбільше значення для ячменю мають марганець, цинк та мідь. Марганець підвищує стійкість рослин до посухи та стресів. Мідь виконує важливу роль у синтезі лігніну й білкових сполук, підвищує механічну міцність стебел і зменшує ризик полягання посів. Цинк активує ферменти, що беруть участь у синтезі хлорофілу й ауксинів, тому сприяє кращому росту кореневої системи, формуванню потужних стебел і рівномірному наливу зерна. Наявність молібдену у ґрунті покращує засвоєння рослинами азоту. Залізо необхідне рослинам для синтезу хлорофілу, а також впливає на інтенсивність фотосинтезу. Бор покращує розвиток генеративних органів, стимулює процеси запилення. У комплексі ці елементи визначають не лише величину врожаю, а і якісні показники зерна – вміст білка, крохмалю. Нестача будь-якого з цих елементів призводить до порушення рівноваги у процесах живлення та обміну, що спричиняє уповільнення розвитку рослин, посилює їхню реакцію на стресові умови та загалом знижує продуктивність [25, 28].

Внесення мікроелементів не компенсує потреби у використанні азотних, фосфорних і калійних добрив, а тільки доповнює їх і буває ефективним тоді, коли рослини не відчують браку основних елементів живлення. Для досягнення максимального ефекту мікроелементи слід застосовувати у хелатній (біологічно активній) формі, бо у формі солей рослини засвоюють їх лише на 30–40%, а в хелатній – майже повністю.

Вивчення впливу мікроелементів на продуктивність ярого ячменю привертає увагу як українських, так і закордонних дослідників.

Основним способом внесення мікроелементів є позакореневе підживлення. Цей метод полягає у нанесенні поживних речовин, біостимуляторів та інших фізіологічно активних сполук безпосередньо на надземні органи рослин – переважно листки та стебла. Основна його перевага полягає у швидкому засвоєнні елементів живлення, що забезпечує оперативну корекцію дефіциту поживних речовин і стимулює метаболічну активність рослин [55]. На відміну від ґрунтового внесення, листкове підживлення дає змогу уникнути значних втрат елементів живлення, спричинених фіксацією або вимиванням у ґрунті, а також зменшити дози добрив завдяки високій ефективності їх засвоєння. Це має не лише економічне, а й екологічне значення.

Важливою перевагою листових підживлень є можливість їх поєднання з внесенням засобів захисту рослин, що сприяє скороченню кількості проходів техніки полем і зниженню виробничих витрат [47]. Додатково, застосування мікроелементів у позакореневій формі сприяє підвищенню стійкості рослин до абіотичних стресів, зокрема до посухи, низьких температур і коливань вологості повітря [59]. Листкове внесення є особливо ефективним у періоди, коли через несприятливі ґрунтово-кліматичні умови коренева система не може забезпечити рослину необхідними елементами живлення. Водночас реакція рослин на такий тип живлення залежить як від біологічних особливостей виду, так і від сортових властивостей. Ефективність листових обробок визначається не лише складом препарату, але й фазою розвитку культури, погодними умовами та загальним фітосанітарним станом посівів [60].

У сучасних дослідженнях закордонних вчених підтверджено високу ефективність позакореневого внесення мікроелементів для оптимізації живлення ярого ячменю та підвищення його продуктивності. Багаторічні спостереження вказують, що цинк, марганець і молібден відіграють ключову роль у формуванні структурних елементів урожаю, стимулюючи куціння, розвиток колосу та наливання зерна. Так, за даними В. Stadnik та співавт. (2024), «позакореневе внесення мікроелементів сприяло покращенню окремих елементів структури врожаю та

підвищенню врожайності зерна ярого ячменю, причому ефект залежав від виду застосованого добрива. Найвищий урожай зерна у досліді отримано на варіантах, де використовували молібден або цинк. Рослини ячменю, оброблені молібденом, демонстрували найбільшу довжину колоса й мали найбільшу кількість продуктивних стебел, тоді як застосування цинку забезпечувало найбільшу кількість колосків на одиниці площі та підвищену вирівняність зерна [65].

Подібні закономірності підтверджено й у польових дослідях М. Нао та ін. (2023), які зазначають, що позакореневе застосування мікродобрива на основі марганцю та цинку підвищило врожайність зерна ячменю на 15,7 % порівняно з контролем і значно посилило засвоєння мікроелементів у рослинних органах. Крім того, усі три випробувані мікродобрива зменшили вміст кадмію в зерні до рівня нижче граничного нормативу ($\leq 0,1$ мг/кг) [58].

Вивчення ґрунтового покриття Львівщини засвідчує, що вміст мікроелементів відзначається високою мінливістю [16, 17, 20]. Зокрема, значний вплив має характер використання ґрунтів, ступінь антропогенного навантаження, технології вирощування культур.

Наприклад, вивчення стану темно-сірого опідзоленого ґрунту Правобережного Лісостепу показало, що органо-мінеральна система удобрення культур у сівозміні (внесення мінеральних добрив + приорювання побічної продукції рослин) забезпечила збільшення вмісту найдоступніших форм мікроелементів з широким діапазоном коливання показників. Рівень забезпечення ґрунту міддю у досліді був низьким та середнім, а цинком - від дуже низького до значного, марганцем – середнім [1, 38].

Дослідження українських вчених підтверджують, що позакореневе застосування мікродобрив може забезпечувати суттєвий приріст врожаю ячменю за умови корекції технології застосування і врахування початкового забезпечення ґрунту елементами. Так, у польовому досліді на Дніпровській сільськогосподарській академії відзначено, що застосування окремих препаратів (наприклад, «Вимпел-2») забезпечувало істотне підвищення врожайності – до 23,7 ц/га у відповідних варіантах експерименту [35].

Низка дослідів показує, що найбільш відчутний ефект досягається при комбінованому підході: основне мінеральне живлення (NPK) у поєднанні з кількома листовими обробками у критичні фази (кущіння – вихід у трубку) забезпечує кращу озерненість колосу, збільшення кількості продуктивних стебел і маси 1000 зернин. Наприклад, у досліді з вивчення впливу мікроелементів та стимуляторів росту на продуктивність ярого ячменю на темно-сірому опідзоленому ґрунті Рівненщини, позитивний ефект мікродобрива Оракул у поєднанні зі стимулятором росту Вимпел К простежувався як при протруєнні насіння, так і при листовій обробці посівів [6]. При цьому найвищий приріст врожаю отримано при поєднанні протруєння та дворазового позакореневого підживлення (фаза кушіння та прапорцевого листка) – 1,2 т/га. запропонована схема внесення мікродобрів у досліді забезпечила і найбільший вміст білка у зерні – 11,1%.

Як вказує Р. І. Климишена (2020), ефективність застосування мікродобрива Вуксал на чорноземі типовому також залежала від кількості обробок та фону мінерального живлення ячменю. Зокрема, на фоні з меншими нормами $N_{30}P_{45}K_{45}$ та дво- і триразовим внесенням мікроелементів пивоварна якість зерна ячменю була найвищою, тоді як за збільшення норми до $N_{60}P_{90}K_{90}$ найкращий результат дала триразова обробка мікродобривом Вуксал [23].

Аналіз морфометричних показників підтверджує вплив на елементи структури врожаю – покращення довжини колоса, числа зерен у колосі та маси 1000 зернин під дією мікродобрів і обробки насіння, що свідчить про вплив на генеративний потенціал рослин [48].

Водночас українські публікації підкреслюють високий ступінь варіабельності реакції сільськогосподарських культур на позакореневе внесення мікроелементів: ефективність листових підживлень залежить від початкового вмісту мікроелементів у ґрунті, погодних умов у фазі внесення, сорту ячменю і сумісності з іншими агрохімікатами. звідси випливає необхідність адаптувати кількість і строки обробок до конкретних умов.

Економічні й прикладні аспекти також активно розглядаються: дослідження демонструють, що найвищу рентабельність дають ті варіанти, де мікродобрива

застосовуються цілеспрямовано (за результатами лабораторної діагностики) і в поєднанні з фунгіцидною обробкою або оптимальною схемою N-підживлення [24]. Разом з тим низка робіт зазначає, що самостійне застосування мікродобрив на фоні повного забезпечення ґрунту дає слабкий або непостійний ефект, тому економічна доцільність має встановлюватися індивідуально для господарства.

РОЗДІЛ 2

ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Природні умови та ґрунтовий покрив території досліджень

Фермерське господарство “*****” було засновано у 1992 році у селі Звенигород Львівського району Львівської області. Господарство займається вирощуванням овочів і баштанних культур, коренеплодів і бульбоплодів, а також інших однорічних і дворічних культур. Крім цього у господарстві вирощують зерняткові та кісточкові фрукти, пряні, ароматичні й лікарські культури. Також у господарстві займаються післяврожайною переробкою та консервуванням фруктів, гуртовою та роздрібною торгівлею.

Господарство має вигідне економіко-географічне положення, що сприяє ефективній організації агровиробництва (рис. 2.1).

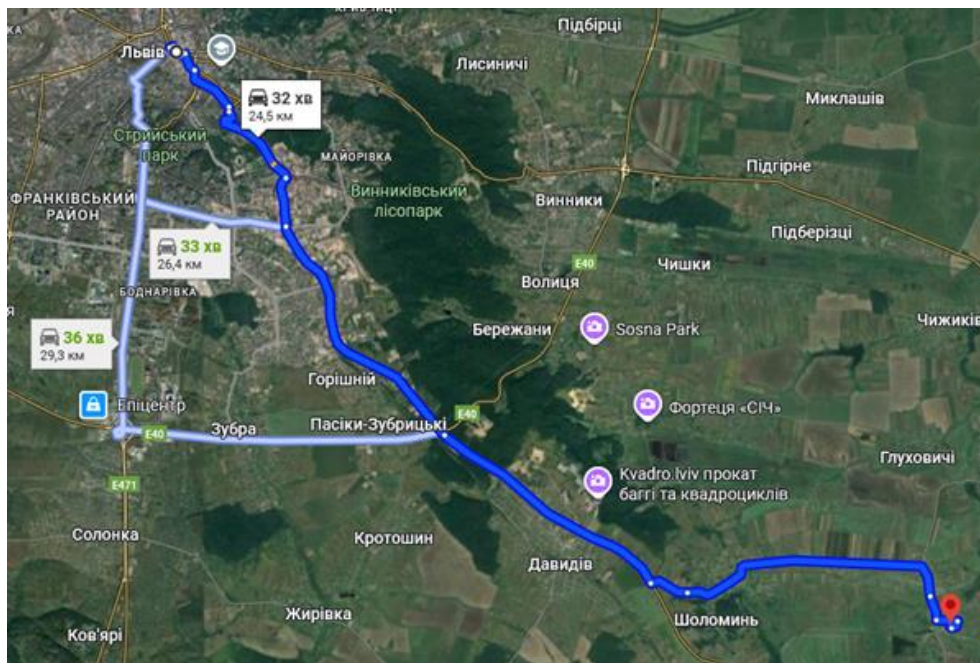


Рисунок 2.1 – Розташування господарства ФГ “***”**

Територія західного регіону характеризується сприятливими ґрунтово-кліматичними умовами для вирощування зернових, кормових та овочевих культур, а також розвиненою транспортною інфраструктурою, яка забезпечує зручне сполучення з обласним центром – містом Львовом.

Село Звенигород знаходиться приблизно за 20 км від міста Львів. Близькість до великих ринків збуту продукції, переробних підприємств і логістичних

центрів створює умови для зменшення витрат на транспортування та підвищення прибутковості виробництва. Крім того, регіон має розвинену соціальну інфраструктуру й достатню забезпеченість трудовими ресурсами, що позитивно впливає на стабільність функціонування господарства. Високий аграрний потенціал Львівщини, поєднаний із доступом до сучасних технологій та європейських ринків, робить діяльність господарства у Звенигороді економічно перспективною та конкурентоспроможною.

Ґрунтовий покрив господарства складений переважно сірими лісовими ґрунтами і чорноземами (рис. 2.2). Сірі лісові ґрунти поділено на три підтипи – ясно-сірі лісові, сірі лісові та темно-сірі опідзолені [15, 46]. Значна кількість опадів та наявність у ґрунтах щільного ілювіального горизонту сприяють розвитку процесів оглеєння. Найбільшу площу в межах господарства займають темно-сірі опідзолені глеюваті легкосуглинкові на лесоподібних суглинках – 26,9% площі господарства.

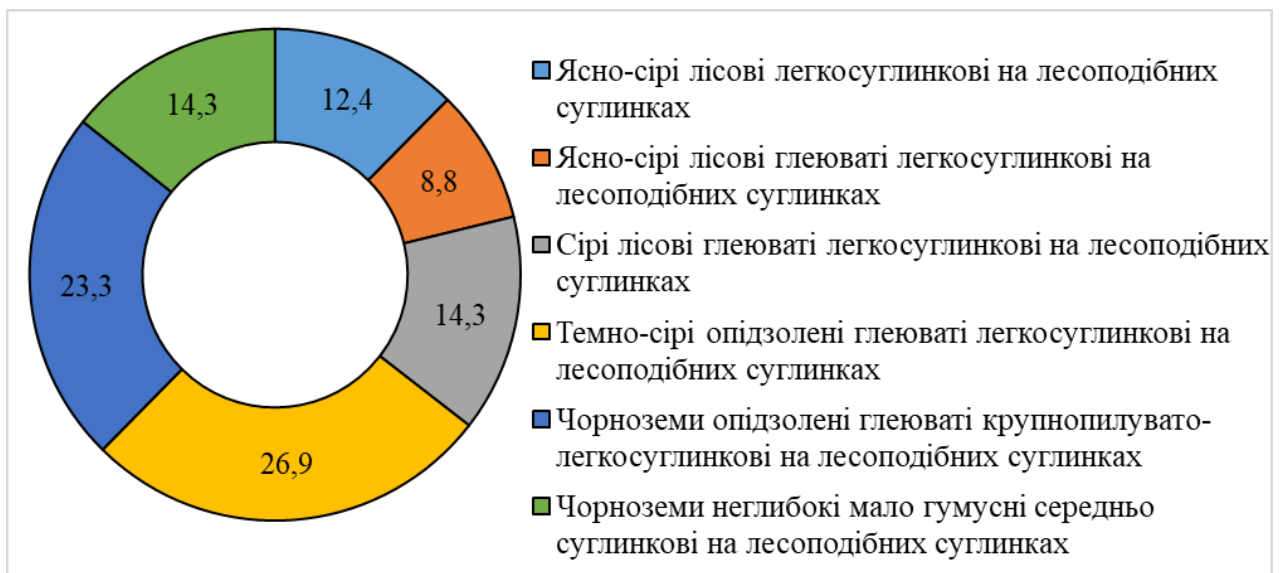


Рисунок 2.2 – Структура ґрунтового покриву ФГ “***”**

Дещо меншу площу (420 га) займають чорноземи опідзолені глеюваті крупнопилувато-легкосуглинкові на лесоподібних суглинках. Ці два типи ґрунтів складають понад половину ріллі господарства. Найменшу площу займають ясно-сірі лісові глеюваті легкосуглинкові на лесоподібних суглинках, їх площа у відсотках становить 8,8%.

За агроґрунтовим районуванням територія досліджень належить до провінції Лісостепу Західного [2].

2.2. Клімат та погодні умови періоду досліджень

Клімат досліджуваної території помірно-континентальний, з середньорічною температурою 7,4°C, та річною сумою опадів 670 мм [9]. Проте метеорологічні умови впродовж року можуть суттєво відрізнятися від цих показників.

Середньомісячні температури повітря у 2024–2025 роках в межах території досліджень помітно відрізнялися від середніх багаторічних показників. Впродовж більшості місяців простежується тенденція до підвищення температурного фону [45].

У 2024 році додатні відхилення від середніх багаторічних значень спостерігалися майже протягом усього вегетаційного періоду. У березні температура перевищувала норму на 3,3°C. У період з квітня по червень температура перевищувала багаторічний показник на 0,4–0,6°C (незначне відхилення), а в липні – на 1,9°C.

Таблиця 2.1 – Середньомісячні температури повітря періоду досліджень

рік	Місяць												серед- не
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
середня б/річ	-4,1	-3,1	1,2	7,4	13,7	16,4	18,3	17,4	13,6	8,3	2,2	-2,1	7,4
2024	1,8	0,1	4,5	7,8	13,9	17,0	20,2	20,8	17,2	9,0	2,3	0,8	
2025	2,0	2,2	6,1	9,9	10,1	18,0	19,2	18,0	15,7	7,4	8,0		9,7
Відхилення від даних багаторічних спостережень													
2024	5,9	3,2	3,3	0,4	0,2	0,6	1,9	3,4	3,6	0,7	0,1	2,9	2,9
2025	6,1	5,3	4,9	2,5	-3,6	1,6	0,9	0,6	2,1	-0,9			

Найбільше відхилення зафіксовано у серпні (+3,4°C), що свідчить про надзвичайно теплу другу половину літа (рис. 2.3). Загалом весняний період характеризувався поступовим підвищенням температури, без різких коливань, що забезпечило дружні сходи, добрий розвиток кореневої системи та формування продуктивного стеблостою. У червні–липні температури залишалися в межах оптимальних значень (17–20°C), сприятливих для колосіння й наливу зерна.

У 2025 році температурний режим загалом залишався вищим за середні багаторічні значення, але з дещо меншими коливаннями. Найбільші позитивні відхилення характерні для лютого ($+5,3^{\circ}\text{C}$), березня ($+4,9^{\circ}\text{C}$) і квітня ($+2,5^{\circ}\text{C}$), що свідчить про ранній прихід весни. У літні місяці відхилення становили $1,6\text{--}2,0^{\circ}\text{C}$, тобто температура була стабільно вищою за норму.

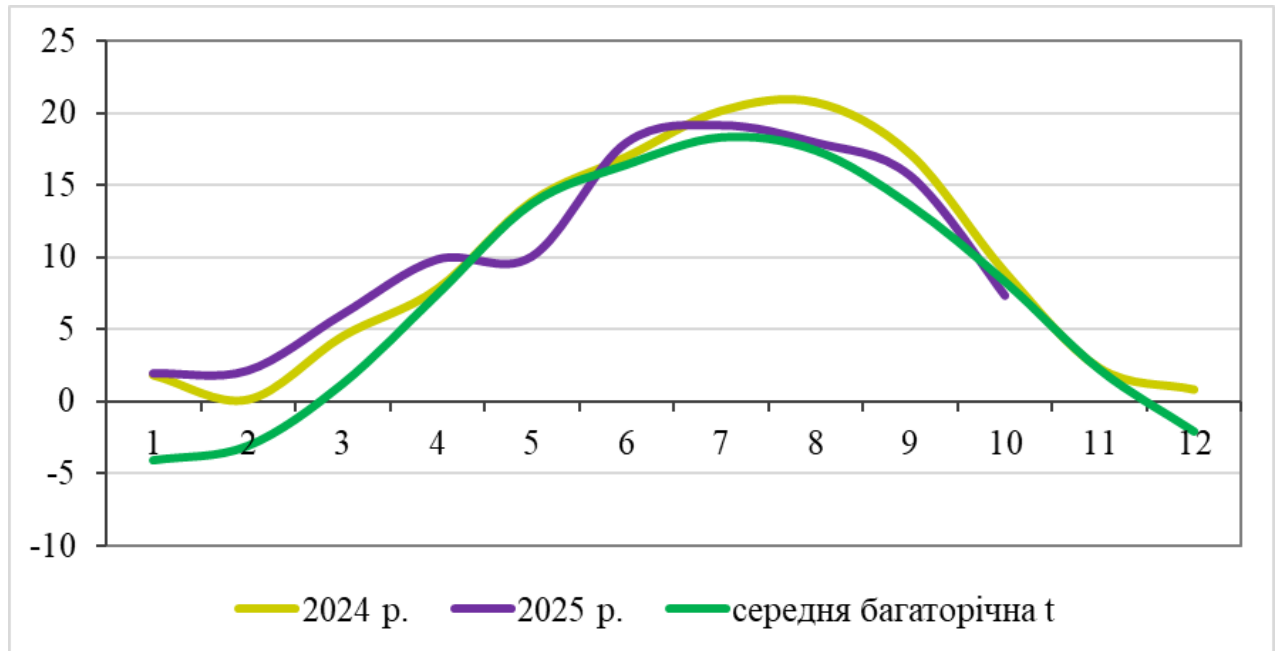


Рисунок 2.3 – Динаміка середньомісячних температур за період дослідження

Середньорічна температура у 2024 році становила $9,1^{\circ}\text{C}$, що на $1,7^{\circ}\text{C}$ вище від норми ($7,4^{\circ}\text{C}$), а у 2025 році – $9,7^{\circ}\text{C}$, тобто перевищення досягло $2,3^{\circ}\text{C}$. Це підтверджує тенденцію до поступового потепління клімату, властиву для більшості регіонів України упродовж останніх років.

З агрокліматичної точки зору, такі умови є загалом сприятливими для вирощування ярого ячменю. Підвищення температур навесні сприяє ранньому проростанню насіння та швидшому наростанню вегетативної маси. Однак надто теплі періоди у травні–червні можуть прискорювати розвиток культури, скорочуючи тривалість наливу зерна, що потенційно знижує його масу. Водночас високі температури липня–серпня у поєднанні з можливими дефіцитами опадів можуть посилювати ризик посухи в період колосіння й наливу зерна.

За рівнем зволоження досліджуваний період також відрізнявся від багаторічної норми.

У 2024 році загальна кількість опадів становила 719 мм, що на 49 мм перевищувало середньобаторічну норму (670 мм) (табл. 2.2). Найбільші відхилення спостерігалися в червні (+59 мм), липні (+20 мм) і вересні (+35 мм), тобто у фазі активного росту та наливу зерна. Це сприяло забезпеченню оптимального водного режиму посівів ярого ячменю, особливо на сірих лісових ґрунтах, схильних до пересихання у верхньому горизонті. Водночас травень виявився посушливим (-59 мм), що могло частково обмежувати процеси кушіння, проте завдяки подальшому підвищенню вологості негативний ефект не був суттєвим. У цілому, вологозабезпечення 2024 року можна охарактеризувати як помірно вологе з достатньою кількістю опадів у критичні фази росту.

Таблиця 2.2 – Динаміка кількості опадів впродовж періоду досліджень

рік	Місяць												Сума
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
середня б/річ	29	29	36	51	67	93	95	78	55	60	42	35	670
2024	75	50	79	58	8	96	75	73	90	44	29	42	719
2025	39	10	31	54	65	33	200	68	64	28			592
Відхилення від даних багаторічних спостережень													
2024	46	21	43	7	-59	3	-20	-5	35	-16	-13	7	49
2025	10	-19	-5	3	-2	-60	105	-10	9	-32	-42	-35	-78

Найбільший недобір води у 2025 р. відзначено в червні (-60 мм) і липні (-105 мм) – саме у фазах колосіння та наливу зерна, що є критичними для формування продуктивності. Незначне перевищення опадів у травні (+31 мм) частково компенсувало весняний дефіцит, однак подальше різке зниження кількості дощів улітку спричинило підвищення температурного стресу, пришвидшення дозрівання та зниження маси 1000 зерен.

Отже, температурний режим у 2024–2025 роках в межах досліджуваної території характеризувався як тепліший за норму. Такі умови сприяють формуванню високої врожайності ярого ячменю за умови забезпечення рослин достатньою кількістю води в критичні фази розвитку. 2024 рік був більш сприятливим для вирощування ярого ячменю – завдяки рівномірнішому

розподілу опадів у період активної вегетації. У 2025 році дефіцит вологи в поєднанні з підвищеними температурами створив умови помірного водного стресу, що могло зумовити зменшення потенційної врожайності через скорочення тривалості наливу зерна, зниження коефіцієнта продуктивного кушіння та погіршення якості врожаю.

2.3. Методика досліджень

З метою встановлення оптимальної норми удобрення ярого ячменю на сірому лісовому ґрунті у ФГ “*****” було закладено дослід, який складався з таких варіантів:

1. контроль – без добрив;
2. $N_{45}P_{45}K_{30}$;
3. $N_{45}P_{45}K_{30}$ + ФоліГрін Мікро
4. $N_{60}P_{60}K_{45}$;
5. $N_{60}P_{60}K_{45}$ + ФоліГрін Мікро.

Дослід виконували у триразовому повторенні. Площа посівної ділянки - 50 м², облікова площа – 35 м². Варіанти у досліді розташовували послідовно.

Фосфорні та калійні добрива вносили у ґрунт восени. Для забезпечення рослин фосфором використовували гранульований суперфосфат (P_2O_5 – 19%), калій вносили у формі хлористого калію (60% K_2O). Азотні добрива вносили частинами: стартова доза N_{20} внесена у передпосівну культивуацію (аміачна селітра – 34% N). Решту вносили у підживлення у фазах кушіння (аміачна селітра, N_{15-25}) та виходу в трубку (карбамід, N_{10-15}). На ділянках третього та п'ятого варіантів проводили листкове підживлення мікродобривом ФоліГрін Мікро.

ФоліГрін Мікро – це комплексне рідке мікродобриво, створене для позакореневого підживлення зернових культур, зокрема ярого ячменю. Дія препарату спрямована на забезпечення рослини збалансованим набором мікроелементів у формі хелатів, що сприяє їхньому швидкому засвоєнню навіть за несприятливих погодних умов.

Склад ФоліГрін Мікро спеціально адаптовано до потреб культур із коротким вегетаційним періодом, тому цей препарат ефективно підтримує розвиток

ячменю у фазах кушіння та виходу в трубку – коли формуються генеративні органи й визначається майбутній урожай.

Таблиця 2.3 – Вміст мікроелементів у ФоліГрін Мікро

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	SO ₃	Cu	Zn	Mn	B	Mo	Co
1,7	7,0	2,2	3,5	2,0	2,3	1,0	1,0	0,02	0,004

Оптимальна норма внесення становить 1,0–2,0 л/га у вигляді робочого розчину, при витраті води 200–300 л/га. Позакореневе підживлення ФоліГрін Мікро сприяє активізації фотосинтетичної діяльності рослин, покращує використання основних добрив та підвищує коефіцієнт засвоєння азоту. Внаслідок підвищення активності ферментних систем і стабілізації обмінних процесів, препарат підсилює формування генеративних органів і сприяє наливу зерна. Дослідження показують, що застосування ФоліГрін Мікро забезпечує приріст урожайності на 0,3–0,6 т/га у порівнянні з контролем без мікродобрив, а також підвищує вміст білка в зерні на 0,8–1,2 %.

Важливою характеристикою мікродобрива є його висока сумісність із більшістю засобів захисту рослин, що дозволяє додавати його до складу бакових сумішей, щоб зменшити навантаження на ґрунт від додаткових технологічних проходів.

У процесі досліджень здійснювали комплекс лабораторних аналізів ґрунту та рослинних зразків, спрямованих на оцінку умов живлення і продуктивності ярого ячменю. Відбір проб ґрунту проводили двічі – до закладання досліду та в період активної вегетації культури. Підготовку зразків до аналізу виконували відповідно до чинних стандартів (ДСТУ ISO 11464:2001). У ґрунті визначали основні фізичні та фізико-хімічні характеристики: щільність твердої фази, щільність будови, гранулометричний склад, вміст органічної речовини, показники кислотності. Для оцінки забезпеченості ґрунту елементами живлення визначали вміст легкогідролізного азоту (за Корнфілдом), а також рухомих форм фосфору і калію (за методом Чирикова) [3, 8, 36].

Упродовж вегетаційного періоду проводили фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин, відмічаючи дати настання основних фаз органогенезу. Паралельно здійснювали біометричні вимірювання – визначали

висоту рослин, довжину колоса, кількість колосків та зерен у колосі. Густоту стояння рослин фіксували перед збиранням врожаю.

Збір урожаю проводили з кожної дослідної ділянки окремо, після чого результати перераховували на гектарну площу. Якість зерна оцінювали за вмістом білка (відповідно до ДСТУ 4117:2007) і крохмалю (за методом Еверса). Статистичну обробку експериментальних даних здійснювали методом дисперсійного аналізу з використанням програмного забезпечення Microsoft Excel 2016.

Розрахунок економічної ефективності різних варіантів удобрення проводили за показником рівня рентабельності з урахуванням середніх цін на добрива та зерно у 2024–2025 роках. Енергетичну ефективність агротехнологій визначали за методикою Медведовського О.К., порівнюючи затрати енергії на виробництво з енергетичним виходом урожаю.

2.4. Агротехніка вирощування ярого ячменю та характеристика сорту

Ярий ячмінь у досліді вирощували з використанням агротехніки, рекомендованої для лісостепової зони. Ярий ячмінь висівали після озимого ріпаку. Восени проводили оранку на глибину 20–22 см, а навесні – дискування та боронування, щоб вирівняти поверхню та закрити вологу, а також знищити проростки бур'янів. Восени вносили фосфорні та калійні добрива у відповідних кількостях. Азотні добрива вносили навесні та у підживлення у часі вегетації.

Сівбу проводили у другій декаді квітня (12.04–15.04). Спосіб сівби – вузькорядний, з шириною міжрядь 12,5 см (використовували сівалку Väderstad Spirit 600 P). Глибина загортання насіння становила 3–4 см. Норма висіву – 4,2 млн / га схожих насінин – дозволила сформувати оптимальну густоту рослин після сходів та впродовж вегетації. перед сівбою насіння протруювали препаратом комбінованої дії Vibrance Integral 235 FS (2,0 л/т).

Для знищення бур'янів у досліді посів ярого ячменю обробляли препаратами Аксіал 050 ЕС (1,2 л/га, у фазі 2–4 листків) та Діален Супер 464 SL (1,0 л/га у фазі кущіння). Захист від хвороб забезпечувало застосування препаратів Аканто Плюс 28 SC (0,8 л/га) та Авіатор 235 ЕС (0,8 л/га).

Ячмінь ярий сорту KWS Krissi (селекція KWS Lochow GmbH, Німеччина) – це сучасний високопродуктивний сорт пивоварного типу з універсальним напрямом використання, тому може використовуватись як у пивоварній промисловості, так і для зернової переробки. Сорт характеризується стабільною врожайністю та високою екологічною пластичністю, його можна вирощувати за широкого спектра ґрунтово-кліматичних умов, зокрема в умовах помірно вологого клімату та легких і середніх за гранулометричним складом ґрунтів. До державного реєстру рослин, придатних до вирощування в Україні, внесений у 2019 р. В Україні сорт рекомендований до вирощування у зоні Полісся та Лісостепу [18].

Рослини середньорослі (50–62 см), напівпрямі, з міцним стеблом, що забезпечує високу стійкість до вилягання (8 балів) навіть за підвищеного азотного живлення. Листкова поверхня насиченого зеленого забарвлення, має восковий наліт. Колос дворядний остистий, середньої довжини, добре озернений. Форма колосу пірамідальна. Зерно виповнене, видовжене, забарвлення жовте. Характерний високий вміст крохмалю (до 65–68%) і середнім вмістом білка (10,5–12,0%), що відповідає вимогам пивоварної промисловості. Вирівняність зерна становить 91–96%. Маса 1000 зерен – 45–54 г. Стійкість до обсіпання оцінюється у 9 балів, тобто є дуже високою.



Рисунок 2.4. – Ярий ячмінь KWS Кріссі

Сорт належить до групи середньостиглих. Вегетаційний період триває у середньому 90–100 днів залежно від умов вирощування. Відзначається дружними сходами, енергійним початковим ростом і високою здатністю до кушіння, що забезпечує формування оптимальної густоти стояння навіть у разі недостатньої забезпеченості азотом. За результатами випробувань врожайність у 2023 р. становила 6,5–7,2 т/га, залежно від території вирощування.

KWS Кріссі характеризується високою стійкістю до основних хвороб ярого ячменю, зокрема до борошнистої роси, темно-бурої плямистості, гельмінтоспоріозу та ринхоспоріозу (8–9 балів). Завдяки цьому сорт зберігає високу фітосанітарну стабільність навіть за умов обмеженого фунгіцидного захисту. Висока посухостійкість (7–8 балів) і толерантність до коливань температур роблять його придатним для вирощування в умовах кліматичних ризиків, характерних для західних, центральних та північних областей України.

РОЗДІЛ 3

ВРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА ЯРОГО ЯЧМЕНЮ ЗА РІЗНИХ НОРММ УДОБРЕННЯ (результати дослідження)

3.1. Морфологічна будова та фізичні властивості сірого лісового ґрунту

Сірий лісовий ґрунт в межах досліджуваного поля має типову будову з елювіально-ілювіальною диференціацією профілю. Відзначається наявністю з поверхні гумусово-елювіального горизонту, який поступово переходить в ілювіальний та ґрунтотворну породу [15]. Загальна потужність гумусованої товщі становить 40 см. Ознаки оглеєння у профілі ґрунту не виявлено. Карбонати наявні у ґрунтотвірній породі.

HE_{ор} 0–30 см – гумусово-елювіальний орний горизонт, сірого кольору, легкосуглинковий за гранулометричним складом, грудкуватої структури, свіжий, пухкий, наявні аморфні оксиди кремнію (SiO₂) у вигляді присипки на поверхні ґрунтових агрегатів, корінці рослин, червоточини, копроліти, перехід до горизонту HE_{п/ор} чіткий за щільністю;

HE_{п/ор} 30–40 см – нижня частина гумусово-елювіального горизонту, сірий, легкосуглинковий, пластинчато-грудкуватої структури, свіжий, значно щільніший, ніж верхня частина HE, містить присипку SiO₂, червоточини, корінці рослин, перехід до горизонту Ihe помітний за кольором, щільністю та структурою;

Ihe 40–48 см – ілювіальний слабогумусований горизонт, зі слабкими ознаками елювіювання, бурий із світлими плямами, строкатий, легкосуглинковий, грудкувато-горіхуватий, вологий, щільний, незначна кількість присипки SiO₂ у верхній частині горизонту, корінці рослин, ходи черв'яків, перехід до горизонту I поступовий за кольором;

- I – ілювіальний горизонт, темно-бурого забарвлення, середньосуглинковий, призматичної структури, вологий, 48–86 см щільний, натіки темно забарвлених гумусових речовин на поверхні агрегатів, корінці рослин, перехід до горизонту Рі поступовий за щільністю та структурою;
- Рі – перехідний до ґрунтотвірної породи горизонт, 86–104 см слабоілювіований, бурого кольору, середньосуглинковий, горіхуватої структури, вологий, щільний, плівки гумусових речовин, перехід до горизонту Р_к поступовий за кольором;
- Р_к – ґрунтотвірна порода, лесоподібний суглинок, палевого 104–120 см світлого забарвлення, середньосуглинковий, безструктурний, вологий, ущільнений, карбонати у формі прожилок з глибини 110 см.

У верхніх горизонтах (НЕ_{ор} і НЕ_{п/ор}, 0–40 см) сумарний вміст фізичної глини (<0,01 мм) становить 28,0–28,5%, що відповідає крупнопилувато-легкосуглинковому складу. З глибиною (горизонти І_{he} та І, 40–80 см) частка фізичної глини дещо зростає до 29,0–31,7%, що зумовлює перехід до крупнопилувато-середньосуглинкового різновиду ґрунту. У підґрунтових горизонтах (Рі та Р_к, 80–117 см) спостерігається подальше накопичення дрібнодисперсних частинок – до 32,0–34,4%, що свідчить про збільшення частки колоїдних фракцій і глинистих мінералів у ґрунтотвірній породі. Такий розподіл гранулометричних фракцій є типовим для сірих лісових ґрунтів Лісостепу, забезпечуючи добру водо- та повітропроникність у верхніх шарах і задовільні умови для розвитку кореневої системи ярого ячменю [15]. Одночасно підвищений вміст мулистий фракції у нижніх горизонтах сприяє акумуляції вологи, що має позитивне значення в періоди нестачі опадів.

Фізичні властивості ґрунту визначаються його щільністю будови та твердої фази, шпаруватості. Показники загальних фізичних властивостей досліджуваного ґрунту наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Загальні фізичні властивості сірого лісового ґрунту

Генетичний горизонт	Глибина відбору зразків, см	Щільність твердої фази, г/см ³	Щільність будови, г/см ³	Загальна шпаруватість, %
HE _{ор}	0–30	2,50	1,28	48,9
HE _{п/ор}	30–40	2,51	1,36	45,8
I _{he}	40–57	2,55	1,44	43,5
I	57–80	2,58	1,55	39,9
P _i	80–100	2,60	1,49	42,7
P _k	100–117	2,60	1,48	43,1

Аналіз наведених даних свідчить, що фізичні властивості є типовими для сірого лісового ґрунту, який характеризується задовільними агрофізичними умовами для вирощування ярого ячменю.

У верхніх горизонтах (HE_{ор} та HE_{п/ор}, глибина 0–40 см) спостерігається нижча щільність будови (1,28–1,36 г/см³) та загалом вища загальна шпаруватість (45,8–48,9%), що створює сприятливі умови для розвитку кореневої системи, активного повітрообміну й водопроникності. Ці показники забезпечують загалом оптимальний водно-повітряний режим у шарі, де зосереджена основна маса коренів ярого ячменю. Водночас простежується стрибкоподібне збільшення щільності нижче орного горизонту, що може свідчити про наявність плужної підшви. Це факт потрібно враховувати при плануванні обробітку ґрунту як під ячмінь, так і під наступні сільськогосподарські культури.

У середній частині профілю (горизонти I_{he} / I, 40–80 см) щільність будови поступово підвищується до 1,55 г/см³, а шпаруватість знижується до близько 40%, що супроводжується зменшенням водопроникності та аерації. Результатом цього є утруднене проникнення коренів у глибші шари, особливо за умов дефіциту вологи у верхньому шарі. У перехідному до ґрунотвірної породи горизонті та у ґрунотвірній породі щільність будови стабілізується на рівні 1,48–1,49 г/см³, а шпаруватість зростає до 43%, що може забезпечувати певний резерв вологи для рослин у посушливий період.

Загалом, фізичні властивості досліджуваного сірого лісового ґрунту є придатними для вирощування ярого ячменю. Ущільнення ґрунту глибше орного шару потребує систематичного агротехнічного розпушення (лушення, культивування, глибокого обробітку) для підтримання сприятливого водно-повітряного режиму. Це особливо важливо для підвищення ефективності мінерального живлення та забезпечення стійкої врожайності ярого ячменю.

3.2. Фізико-хімічні властивості сірого лісового ґрунту

Діагностика фізико-хімічних властивостей ґрунту є основою раціонального ведення землеробства, оскільки дозволяє оцінити родючість і потенціал ґрунтового середовища для вирощування сільськогосподарських культур. Визначення таких показників, як вміст гумусу, реакція ґрунтового розчину, ємність катіонного обміну та ступінь насичення основами, дає змогу обґрунтовано планувати систему удобрення та заходи з покращення ґрунтової родючості. Це забезпечує оптимальні умови живлення рослин, підвищення їх продуктивності та раціональне використання добрив. Таким чином, комплексна оцінка фізико-хімічних властивостей є важливим елементом управління якістю ґрунту та сталого землеробства.

Фізико-хімічні властивості сірого лісового ґрунту дослідної ділянки свідчать про його середній рівень родючості та придатність для вирощування зернових культур, зокрема ярого ячменю.

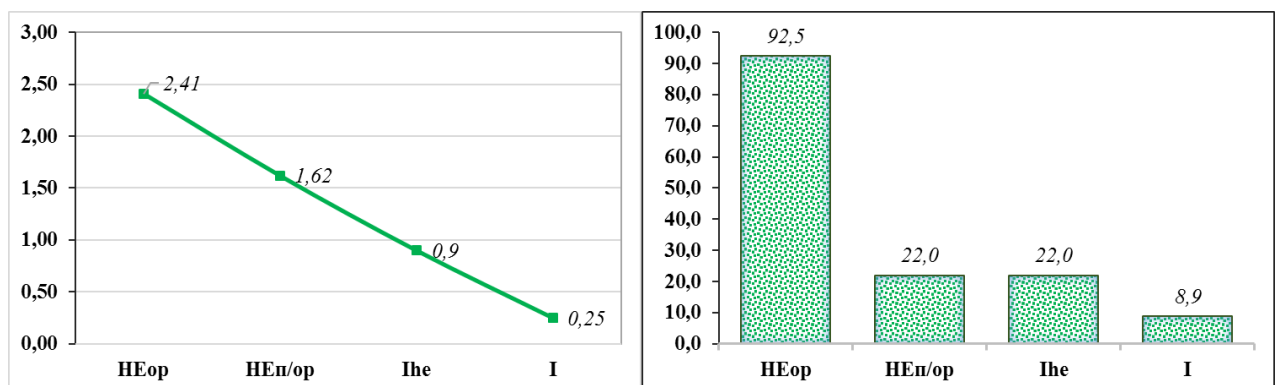
Вміст гумусу у верхньому орному горизонті HE_{op} становить 2,41%, що є типовим показником для сірих лісових ґрунтів і забезпечує помірний рівень забезпеченості рослин азотом (табл. 3.2). Ґрунт з таким вмістом гумусу можемо класифікувати як малогумусований [36]. З глибиною вміст гумусу поступово зменшується: у горизонті $HE_{п/ор}$ він становить 1,62%, у горизонті I_{he} знижується до 0,90%, а в горизонті I становить лише 0,25%, що свідчить про значну диференціацію профілю за вмістом органічної речовини та активність процесів гумусоутворення у верхній частині профілю.

Таблиця 3.2 – Фізико-хімічні властивості сірого лісового ґрунту

Горизонт	Глибина відбору зразків, см	Гумус %	рН сольове	Нг	СВО	СНО, %
				ммоль/100 г ґрунту		
HE _{ор}	0–30	2,41	5,37	2,54	7,75	75,3
HE _{п/ор}	30–40	1,62	5,46	2,03	8,42	80,5
I _{he}	40–57	0,90	5,83	1,63	10,50	86,5
I	57–80	0,25	6,14	0,96	11,46	92,2
Pi	80–100	-	6,51	0,42	11,94	96,6
P _k	100–117	—	6,78	0,22	11,98	98,2

Примітка: Нг – гідролітична кислотність; СВО – сума ввібраних основ; СНО – ступінь насичення основами

Запаси гумусу у ґрунтовому профілі змінюються відповідно до його вмісту з врахуванням щільності та потужності генетичних горизонтів. Зокрема, в орному шарі гумусово-елювіального горизонту HE (0–30 см) запаси гумусу становлять 92,5 т/га (рис. 3.1). З глибиною запаси гумусу різко зменшуються, що зумовлено зменшенням потужності наступних генетичних горизонтів. У підорному горизонті міститься 22 т/га гумусу.

**Рисунок 3.1 – Профільний розподіл вмісту та запасів гумусу у сірому лісовому ґрунті**

Реакція ґрунтового розчину змінюється від слабокислої у верхньому горизонті (рН 5,37–5,46) до близької до нейтральної у середній частині профілю та слабколужної у нижніх горизонтах (рН 6,51–6,78). Така реакція середовища є сприятливою для росту і розвитку ярого ячменю, та є несуттєво нижчою за оптимальні показники рН 6,0–7,0. Показники гідролітичної кислотності мають

тенденцію до зниження з глибиною – від 2,54 ммоль/100 г у верхньому горизонті до 0,22 ммоль/100 г у ґрунотвірній породі, що свідчить про поступове зменшення кислотності та зростання вмісту основ.

Сума ввібраних основ зростає з глибиною профілю: від 7,75 ммоль/100 г у верхньому горизонті до 11,98 ммоль/100 г у нижніх. Відповідно, ступінь насичення основами підвищується з 75,3% у верхньому горизонті до понад 98% у нижніх шарах, що характеризує ґрунт як середньо- до високонасиченого основами. Така тенденція є позитивною для формування оптимального катіонного обміну й підвищення буферності ґрунту.

Отже, отримані дані засвідчують, що сірий лісовий ґрунт має сприятливі фізико-хімічні параметри для вирощування ярого ячменю. Слабокисла реакція верхнього шару, достатня буферність та високий ступінь насичення основами створюють оптимальні умови для засвоєння поживних елементів. Проте середній вміст гумусу й помірна ємність катіонного обміну зумовлюють необхідність систематичного внесення органічних і мінеральних добрив, зокрема азотно-фосфорно-калійних, для підтримання стабільної родючості та забезпечення високої продуктивності культури.

3.3. Поживний режим сірого лісового ґрунту за різних норм удобрення

Моніторинг вмісту поживних елементів у ґрунті впродовж вегетації ярого ячменю є важливим інструментом для оцінки ефективності системи удобрення та своєчасного коригування живлення рослин. Регулярний контроль концентрацій азоту, фосфору та калію дозволяє запобігти як дефіциту, так і надлишку елементів, що може негативно позначитись на рості, розвитку та якості зерна. Такий підхід забезпечує оптимальний баланс живлення на різних етапах органогенезу, сприяючи підвищенню врожайності та стабільності продуктивності посівів. Крім того, діагностика поживного режиму є важливою складовою екологічно безпечного та ресурсоефективного землеробства.

Перед закладанням дослідів вміст азоту у ґрунті оцінювався як дуже низький, фосфору – середній, калію – підвищений [50]. Вміст азоту у ґрунті протягом вегетації ярого ячменю закономірно зменшується в усіх варіантах дослідів, що

пояснюється його активним засвоєнням рослинами ячменю та частковими втратами через денітрифікацію і вимивання [5]. У контрольному варіанті (без добрив) концентрація азоту знизилася з 97 до 74 мг/кг, що становить зменшення на 23,7% (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Вміст елементів живлення (мг/кг ґрунту) в орному шарі сірого лісового ґрунту залежно від норми добрив

Варіанти дослідів	До закладання дослідів			Вміст у ґрунті перед збиранням врожаю		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Контроль (без добрив)	97	114	131	42	95	119
2. N ₄₅ P ₄₅ K ₃₀	97	114	131	74	106	110
3. N ₄₅ P ₄₅ K ₃₀ + ФоліГрін Мікро	97	114	131	66	99	107
4. N ₆₀ P ₆₀ K ₄₅	97	114	131	92	120	135
5. N ₆₀ P ₆₀ K ₄₅ + ФоліГрін Мікро	97	114	131	87	117	133

За внесення N₄₅P₄₅K₃₀ втрати азоту з ґрунту були дещо нижчими, тому наприкінці вегетації ярого ячменю його вміст зафіксувався на рівні 74 мг/кг. Втрати порівняно з вихідним показником, до закладання дослідів, становили 14,4%. Водночас, приріст до контролю у цей же період спостереження становив 32 мг/кг (рис. 3.2).

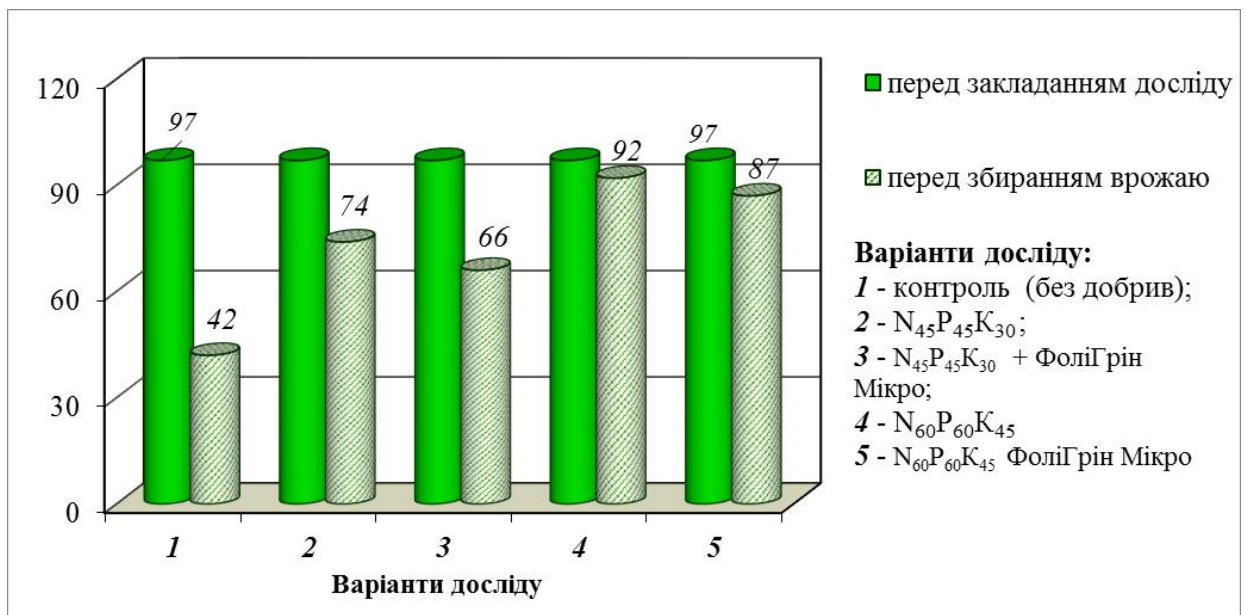


Рисунок 3.2 – Динаміка вмісту сполук азоту у ґрунті за різних норм удобрення ярого ячменю

Застосування цієї ж норми в поєднанні з мікродобривом «ФоліГрін Мікро» сприяло утриманню азоту на рівні 66 мг/кг, що свідчить про позитивний вплив мікроелементів на інтенсифікацію азотного обміну і поліпшення засвоєння сполук рослинами. Найвищі залишкові значення азоту зафіксовано у варіанті $N_{60}P_{60}K_{45}$ – 92 мг/кг, що свідчить про оптимальне забезпечення культури доступними формами азоту. Дефіцит відносно вихідного вмісту азоту складає 5 мг/кг ґрунту, що потрібно враховувати при плануванні удобрення наступної культури у сівозміні.

Динаміка вмісту рухомих сполук фосфору вказує на його значне використання посівами ярого ячменю протягом вегетації. У контрольному варіанті вміст P_2O_5 зменшився з 114 до 95 мг/кг, тоді як за внесення $N_{45}P_{45}K_{30}$ – з 114 до 106 мг/кг (рис. 3.3). За підвищеної норми $N_{60}P_{60}K_{45}$ фосфор після збирання зберігався на рівні 120 мг/кг, а у поєднанні з ФоліГрін Мікро – 117 мг/кг, що свідчить про уповільнення процесів фіксації фосфатів у малодоступні форми під впливом мікродобрив. Ймовірно, мікроелементи у складі ФоліГрін Мікро стимулюють ферментативну активність кореневої системи та мікрофлори, покращуючи мобілізацію фосфору з ґрунту. Тобто, застосування фосфорних добрив у поєднанні з мікродобривами сприяє підтриманню високого рівня забезпеченості ґрунту рухомими формами фосфору впродовж вегетації.

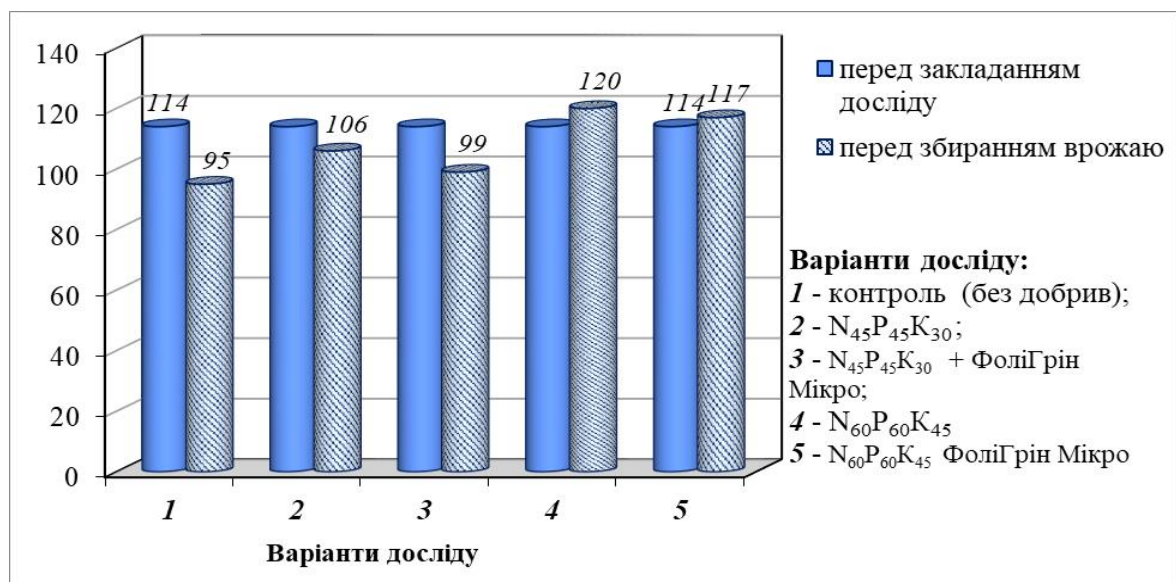


Рисунок 3.3 – Динаміка вмісту рухомого фосфору у ґрунті за різних норм удобрення ярого ячменю

Вміст калію у ґрунті також демонструє зниження впродовж періоду вегетації, що зумовлено його активним споживанням ячменем у фазах кушіння та колосіння. У контрольному варіанті кількість обмінного калію зменшилася зі 131 до 119 мг/кг (на 9,2%), тоді як за внесення $N_{45}P_{45}K_{30}$ – до 110 мг/кг. При підвищеній нормі $N_{60}P_{60}K_{45}$ вміст калію наприкінці вегетації становив 135 мг/кг, а у варіанті з мікродобрином – 133 мг/кг, що є найвищим показником серед усіх варіантів (рис. 3.4).

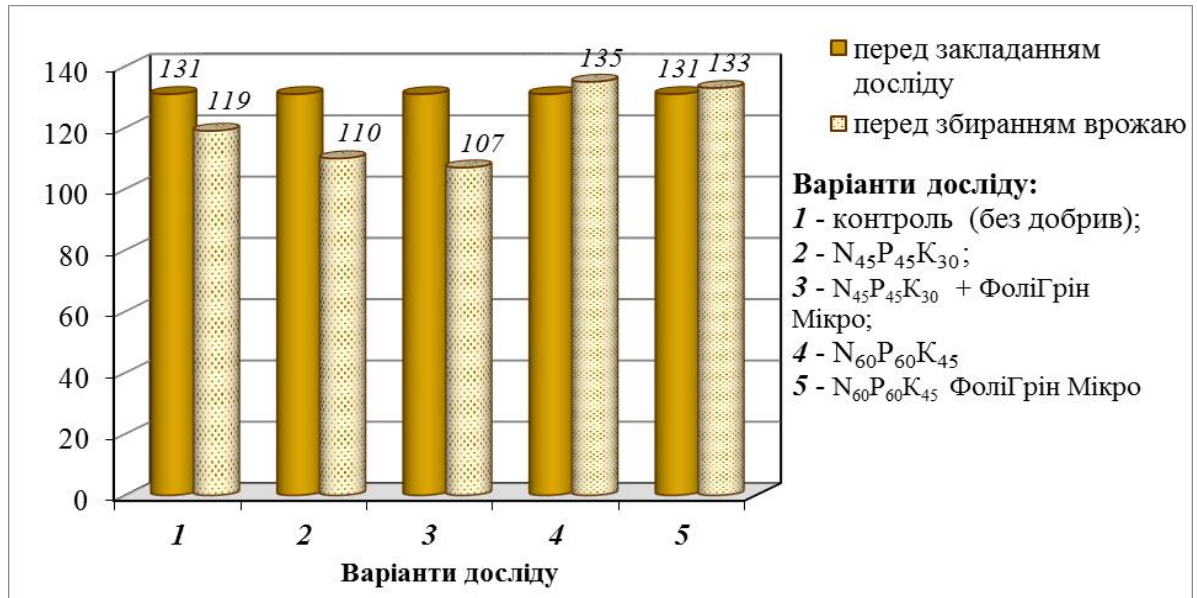


Рисунок 3.4 – Динаміка K_2O у ґрунті за різних норм удобрення ярого ячменю

Це свідчить про зростання ефективності використання калійних добрив за рахунок покращення фізіологічного стану рослин і підвищення коефіцієнта поглинання елементів живлення. Висока залишкова кількість калію після збирання врожаю вказує на формування сприятливого калійного режиму ґрунту для наступних культур сівозміни.

Отже, протягом вегетації ярого ячменю в усіх варіантах спостерігається закономірне зниження вмісту азоту, проте застосування мінеральних добрив у кількості $N_{60}P_{60}K_{45}$ дозволяє мінімізувати дефіцит елемента у ґрунті. Підвищені норми $P_{60}K_{45}$ забезпечують формування позитивного балансу P_2O_5 і K_2O у ґрунті. Поєднання мінеральних добрив з мікродобрином ФоліГрін Мікро, сприяє більш раціональному використанню елементів живлення, зменшенню дефіциту поживних речовин і підтриманню вищого рівня їх доступності в орному шарі ґрунту.

3.4. Вплив мінерального живлення на ріст та розвиток рослин ярого ячменю KWS Кріссі

Польова схожість ярого ячменю – це реальний відсоток насіння, яке успішно проросло і дало нормальні сходи в конкретних польових умовах, і вона завжди нижча за лабораторну схожість. На неї найбільше впливають зовнішні фактори, такі як недостатня або надмірна вологість ґрунту, температура (холодний ґрунт навесні), якість передпосівного обробітку, а також глибина загортання та наявність ґрунтових шкідників чи хвороб [10]. Низька польова схожість призводить до зрідження посівів і відсутності оптимальної густоти рослин, що є прямим чинником зниження майбутнього врожаю, оскільки менша кількість продуктивних стебел не може компенсувати втрати.

Застосування мінеральних добрив позитивно вплинуло на польову схожість ярого ячменю. У контрольному варіанті без удобрення вона становила 83,7% (середній показник за два роки дослідження), тоді як за внесення $N_{45}P_{45}K_{30}$ підвищилась до 89,0% (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Польова схожість, густота та виживання рослин ярого ячменю за різних норм удобрення

Варіанти дослідів	Польова схожість, %	Густота рослин перед збиранням врожаю			Вживання рослин за період вегетації, %
		шт./м²	± до контролю		
			шт./м²	%	
1. Контроль (без добрив)	83,7	294,5	-	-	83,8
2. N ₄₅ P ₄₅ K ₃₀	89,0	337,5	43	14.6	90,3
3. N ₄₅ P ₄₅ K ₃₀ + ФоліГрін Мікро	90,4	346,5	52	17,6	91,3
4. N ₆₀ P ₆₀ K ₄₅	92,8	364,5	70	23,8	93,5
5. N ₆₀ P ₆₀ K ₄₅ + ФоліГрін Мікро	92,9	374,5	80	27,1	96,0

Додаткове підживлення посівів мікродобривом ФоліГрін Мікро сприяло підвищенню польової схожості насіння до 90,4%. Максимальні показники схожості зафіксовано у варіантах із підвищеними дозами добрив ($N_{60}P_{60}K_{45}$),

внесеними окремо та спільно з ФоліГрін Мікро – 92,8–92,9%, що свідчить про покращення умов проростання насіння та енергії росту шляхом оптимального мінерального живлення.

Оптимальне та своєчасне внесення добрив, особливо в період формування колосків (до фази кущіння), значно підвищує показники виживання рослин протягом вегетації, їхню стійкість до несприятливих умов (наприклад, холодний ґрунт, посуха) та, як наслідок, збільшує врожайність. Кількість рослин, яка вижила за період вегетації, оцінюють за співвідношенням між кількістю рослин, що зійшла, та тією, що зафіксована перед збиранням врожаю.

Густота рослин перед збиранням врожаю у досліді також зростала відповідно до рівня удобрення, а також коливалася за роками. Кращі гідротермічні умови 2024 року сприяли тому, що впродовж вегетації густота стеблостою була вищою, ніж у 2025 р. (рис. 3.5) Зокрема на ділянці контролю густота рослин перед збиранням врожаю становила 308 шт./м², на ділянках з внесенням мінеральних добрив N₄₅₋₆₀P₄₅₋₆₀K₃₀₋₄₅ зростала до 351–374 шт./м². Мікродобрива, покращуючи умови живлення та зміцнюючи рослини, збільшували густоту стеблостою до 360–382 шт./м².

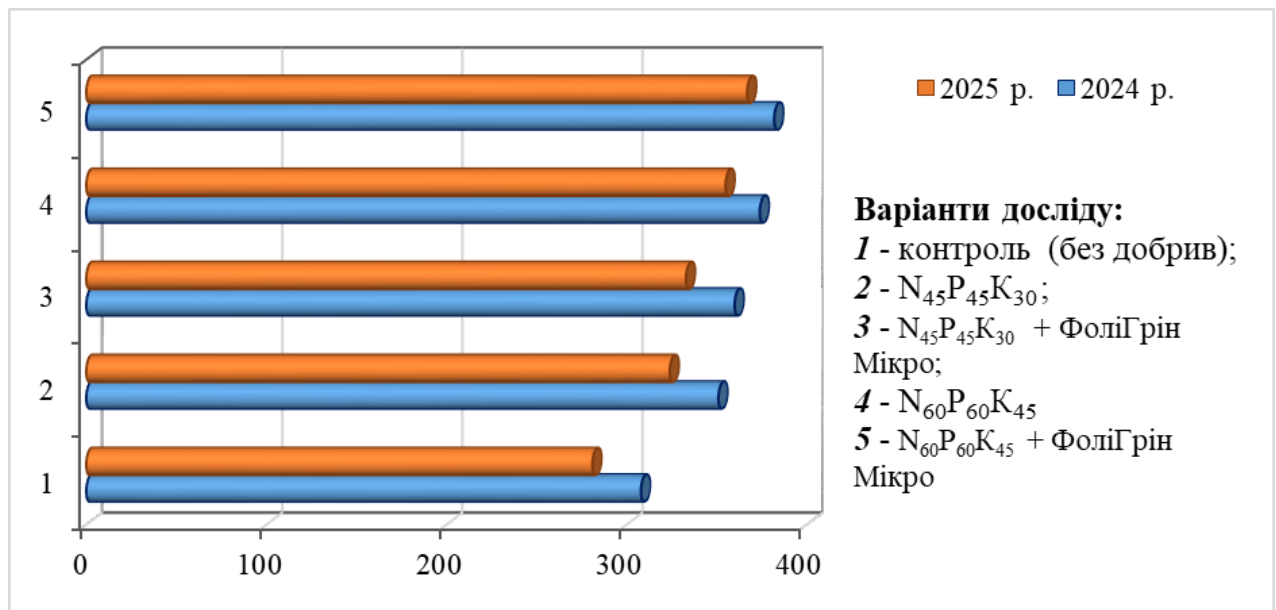


Рисунок 3.5 – Густота рослин ячменю ярого перед збиранням врожаю за різних норм мінерального живлення

У 2025 р. на ділянці без внесення добрив густота рослин перед збиранням врожаю також була мінімальною – 281 шт./м². На ділянках варіантів 2 та 4, де

мікродобрива не застосовували, у цей період фіксували 324–355 рослин на 1 м². За додаткового підживлення мікродобривами густота рослин зростала до 333–367 рослин / м².

В середньому за два роки дослідження на контролі густота рослин перед збиранням врожаю становила 294,5 шт./м², тоді як за внесення N₄₅P₄₅K₃₀ – 337,5 шт./м², а при сумісному застосуванні мікродобрива – 346,5 шт./м². Найвищу густоту спостерігали у варіантах із нормою N₆₀P₆₀K₄₅ (364,5–374,5 шт./м²), де приріст до контролю становив 23,8–27,1%. Це свідчить про посилення ростових процесів і формування більш вирівняних посівів за сприятливого живлення.

Виживання рослин протягом вегетації мало подібну тенденцію. Якщо на контролі воно становило 83,8 %, то за внесення мінеральних добрив цей показник зріс до 90,3–91,3 %, а у варіантах із вищими дозами NPK – до 93,5–96,0 % (рис. 3.6). Таким чином, добрива не лише поліпшили схожість насіння, а й сприяли кращій стійкості рослин до несприятливих умов, що забезпечило формування густих і продуктивних посівів ярого ячменю.

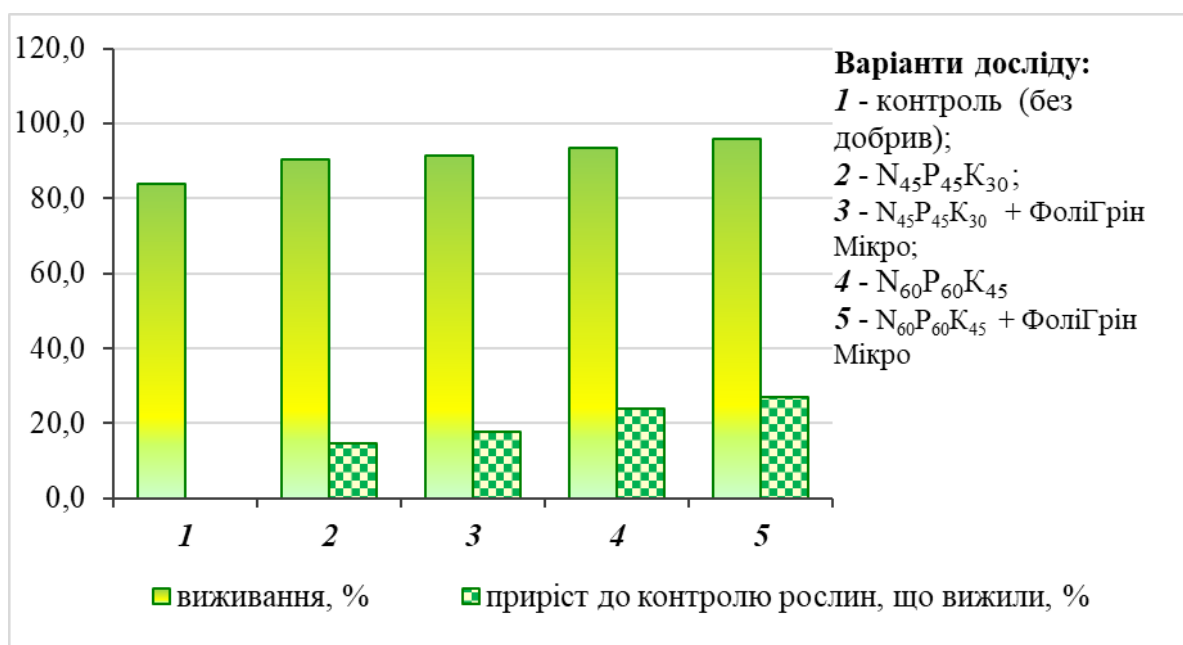


Рисунок 3.6 – Зміна показника виживання рослин за різних норм мінерального живлення

Мінеральні добрива та мікроелементи істотно підвищують виживання рослин і густоту стеблостою ярого ячменю. Застосування NPK у помірних і підвищених нормах сприяло покращенню умов живлення впродовж вегетації, що забезпечило більш інтенсивний розвиток кореневої системи, підвищення

стійкості до стресових факторів і, відповідно, зменшення випадання рослин. Використання мікродобрива ФоліГрін Мікро у поєднанні з основним удобренням додатково посилювало позитивний ефект, що є передумовою підвищення врожайності ячменю.

Висота рослин ячменю тісно пов'язана з їхньою продуктивністю, оскільки оптимальний розвиток стебла забезпечує ефективне формування листової поверхні, фотосинтезу та колоса. Надмірно висока рослина підвищує ризик вилягання, що знижує врожайність і ускладнює збирання, тоді як занадто низька – обмежує потенціал нагромадження біомаси.

Дослідження динаміки лінійного росту рослин ярого ячменю сорту Кріссі свідчить про суттєвий позитивний вплив мінеральних добрив та мікродобрива ФоліГрін Мікро на ростові процеси. У фазі виходу в трубку контрольний варіант (без добрив) демонстрував мінімальну висоту, що становила 38,5 см (табл. 3.5). Внесення мінеральних добрив у кількості $N_{45}P_{45}K_{30}$, призвело до зростання висоти до 45,1 см, забезпечуючи приріст 6,6 см відносно контролю.

Таблиця 3.5 – Динаміка висоти рослин ярого ячменю сорту KWS Кріссі залежно від рівня удобрення (середнє за 2024–2025 рр.)

Варіант	Вихід у трубку		Воскова стиглість	
	висота, см	приріст до контролю	висота, см	приріст до контролю
1. Контроль (без добрив)	38,5	-	56,3	
2. $N_{45}P_{45}K_{30}$	45,1	6,6	63,2	6,9
3. $N_{45}P_{45}K_{30}$ + ФоліГрін Мікро	47,4	8,9	66,2	9,9
4. $N_{60}P_{60}K_{45}$	50,5	12,0	69,1	12,8
5. $N_{60}P_{60}K_{45}$ + ФоліГрін Мікро	52,7	14,2	72,5	16,2

Подальше додавання до цього фону мікродобрива ФоліГрін Мікро сприяло більш інтенсивному росту, досягаючи 47,4 см (+8,9 см). Найбільш виражений

ростовий ефект спостерігався при застосуванні підвищеної норми мінеральних добрив. Так, на фоні $N_{60}P_{60}K_{45}$ висота досягла 50,5 см (+12,0 см), а при комбінованому внесенні $N_{60}P_{60}K_{45}$ + ФоліГрін Мікро зафіксовано максимальне значення – 52,7 см, що забезпечило приріст 14,2 см порівняно з контролем.

Подібна тенденція до зростання збереглася і в більш пізню фазу розвитку – воскову стиглість. Висота рослин у контрольному варіанті становила 56,3 см. Застосування добрив $N_{45}P_{45}K_{30}$ підвищило цей показник до 63,2 см (приріст 6,9 см). Додавання мікродобрива ФоліГрін Мікро забезпечило подальше збільшення висоти до 66,2 см, що на 9,9 см вище контролю. Найвищі показники висоти були досягнуті при використанні норм $N_{60}P_{60}K_{45}$. На цьому фоні висота становила 69,1 см (+12,8 см). Максимальна висота рослин ячменю – 72,5 см – була зафіксована у варіанті $N_{60}P_{60}K_{45}$ + ФоліГрін Мікро, що становить найбільший приріст – 16,2 см відносно контролю.

Кількість продуктивних стебел на одиницю площі є ще однією характеристикою структури врожаю ярого ячменю, яка прямо визначає кількість колосків, що формуються на полі. Цей показник залежить від норм висіву, внесення добрив, особливо азотних, та мікроелементів. Надмірна кількість стебел призводить до загущення, посилення конкуренції за воду та світло, вилягання посівів та формування дрібного, щуплого зерна, що знижує загальну товарну цінність і масу врожаю, тоді як недостатня кількість не дозволяє повністю реалізувати потенціал сорту.

Кількість продуктивних стебел у контрольному варіанті (без добрив) була найнижчою і становила 385 шт./м². Внесення мінеральних добрив за схемою $N_{45}P_{45}K_{30}$ призвело до значного зростання показника до 434 шт./м², забезпечивши приріст 49 шт./м² (або 12,7%) відносно контролю (табл. 3.6).

Максимальний стимулюючий вплив на формування продуктивних стебел показали варіанти з підвищеною нормою добрив та додаванням мікродобрива ФоліГрін Мікро. Зокрема, у варіанті $N_{60}P_{60}K_{45}$ зафіксовано 496 шт./м² (+111 шт./м² або 29,0%), а найвищий показник досягнув 514 шт./м². Цей варіант забезпечив найбільший приріст – 129 шт./м² (або 33,5%).

Таблиця 3.6 – Кількість продуктивних стебел ярого ячменю KWS Кріссі за різних норм удобрення (середнє за 2024–2025 рр.)

Варіанти досліду	Кількість продуктивних стебел, шт./м ²	Приріст до контролю	
		шт./м ²	%
1. Контроль (без добрив)	385	-	-
2. N ₄₅ P ₄₅ K ₃₀	434	49	12,7
3. N ₄₅ P ₄₅ K ₃₀ + ФоліГрін Мікро	480	95	24,7
4. N ₆₀ P ₆₀ K ₄₅	496	111	29,0
5. N ₆₀ P ₆₀ K ₄₅ + ФоліГрін Мікро	514	129	33,5

Загалом результатами досліду підтверджено, що мінеральні добрива та додаткове підживлення мікроелементами позитивно впливають на ріст та розвиток рослин ярого ячменю сорту KWS Кріссі, збільшуючи показники польової схожості, виживання, а також висоту рослин.

3.5. Продуктивність колоса ячменю ярого Кріссі за різних умов мінерального живлення

Для отримання максимального врожаю необхідно приділяти достатньо уваги формуванню індивідуальної продуктивності колоса, збільшуючи кількість зерен у колосі та їхню виповненість (маси 1000 зерен). Цього можна досягти шляхом оптимізації живлення рослин на критичних етапах органогенезу, а також використанням мікродобрив (наприклад, Си, В) для забезпечення кращого запилення та наливу зерна [11, 22].

Дослідження впливу мінеральних добрив та мікродобрива ФоліГрін Мікро на елементи структури продуктивності колоса ячменю ярого демонструє позитивну реакцію культури на оптимізацію живлення. У контрольному варіанті (без добрив) зафіксовано мінімальну довжину колоса – 6,5 см (табл. 3.7). Внесення мінеральних добрив призводило до формування довшого колоса. Так, норма N₄₅P₄₅K₃₀ забезпечила зростання до 7,5 см, а додавання мікродобрива (N₄₅P₄₅K₃₀ + ФоліГрін Мікро) збільшило цей показник до 7,9 см. Найбільший

вплив на лінійний ріст колоса продемонстрували варіанти з підвищеною нормою добрив: на фоні $N_{60}P_{60}K_{45}$ довжина досягла 8,6 см, а максимальне значення – 9,0 см – було отримано при комплексному застосуванні $N_{60}P_{60}K_{45}$ + ФоліГрін Мікро, що підтверджує стимулюючий ефект високих норм живлення та мікроелементів на морфогенез колоса.

Таблиця 3.7 – Продуктивність колоса за різних норм удобрення ярого ячменю (середнє за 2024–2025 рр.)

Варіанти дослідів	Продуктивність колоса		
	довжина, см	кількість зерен, шт.	маса зерен, г
1. Контроль (без добрив)	6,5	18,4	0,77
2. $N_{45}P_{45}K_{30}$	7,5	21,6	0,90
3. $N_{45}P_{45}K_{30}$ + ФоліГрін Мікро	7,9	23,2	0,97
4. $N_{60}P_{60}K_{45}$	8,6	24,6	1,06
5. $N_{60}P_{60}K_{45}$ + ФоліГрін Мікро	9,0	25,3	1,14

Кількість зерен є ключовим показником, що визначає потенційну насінневу продуктивність. У контролі цей показник становив лише 18,4 шт. Внесення мінімальної норми $N_{45}P_{45}K_{30}$ підвищило його до 21,6 шт. Додавання ФоліГрін Мікро на цьому ж фоні стимулювало краще формування та збереження зерен, збільшивши їхню кількість до 23,2 шт. Найбільша кількість зерен була сформована на фоні $N_{60}P_{60}K_{45}$, де було зафіксовано 24,6 шт., а максимальне значення – 25,3 шт. – досягнуто у варіанті $N_{60}P_{60}K_{45}$ + ФоліГрін Мікро. Ці дані свідчать про те, що мікродобриво відіграє важливу роль у реалізації потенціалу родючості колоса, особливо на високоінтенсивному мінеральному фоні.

Маса зерен з колоса є інтегральним показником, який відображає кінцеву індивідуальну продуктивність. У контролі маса становила 0,77 г. Внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{30}$ підвищило продуктивність до 0,90 г, а в поєднанні з мікродобривом – до 0,97 г. Подальше збільшення норм добрив до $N_{60}P_{60}K_{45}$ забезпечило продуктивність 1,06 г. Максимальна маса зерен з колоса – 1,14 г –

була отримана при комплексному застосуванні підвищених норм $N_{60}P_{60}K_{45}$ та мікродобрива ФоліГрін Мікро.

Така динаміка підтверджує, що оптимізація мінерального живлення та додаткове забезпечення мікроелементами є вирішальними факторами для збільшення як кількості, так і наповненості зерна, що, зрештою, максимізує індивідуальну продуктивність колоса.

3.6. Вплив удобрення на врожайність ячменю ярого KWS Кріссі

У досліді врожай зерна ярого ячменю сорту KWS Кріссі змінювався залежно від рівня мінерального живлення рослин. Також, відповідно до метеорологічних умов, простежували відмінності між роками досліджень.

У 2024 році врожайність зерна ячменю ярого сорту KWS Кріссі коливалася від 3,08 т/га на контрольному варіанті без добрив до 4,95 т/га на варіанті з внесенням $N_{60}P_{60}K_{45}$ + ФоліГрін Мікро (табл. 3.8).

Таблиця 3.8 – Врожай зерна ярого ячменю KWS Кріссі за різних норм мінерального живлення

Варіанти дослідів	2024 р.			2025 р.		
	врожай, т/га	приріст до контролю		врожай, т/га	приріст до контролю	
		т/га	%		т/га	%
1. Контроль (без добрив)	3,08	-	-	2,67	-	-
2. $N_{45}P_{45}K_{30}$	3,65	0,57	18,5	3,28	0,61	22,9
3. $N_{45}P_{45}K_{30}$ + ФоліГрін Мікро	3,90	0,82	26,6	3,62	0,95	35,6
4. $N_{60}P_{60}K_{45}$	4,40	1,32	42,7	4,10	1,43	53,6
5. $N_{60}P_{60}K_{45}$ + ФоліГрін Мікро	4,95	1,87	60,7	4,60	1,93	72,2
НІР	0,14			0,08		

Застосування лише мінеральних добрив у нормі $N_{45}P_{45}K_{30}$ забезпечило приріст урожайності на 0,57 т/га (18,5%), а поєднання їх з мікродобривом підвищило врожай до 3,90 т/га, приріст відносно контролю становив 26,6%.

Подальше збільшення норми мінерального живлення до $N_{60}P_{60}K_{45}$ сприяло одержанню 4,40 т/га, тобто на 42,7% більше, ніж без добрив, а додавання комплексу мікроелементів ще більше посилило ефект, підвищивши урожай до 4,95 т/га (приріст – 60,7%).

У 2025 році, за менш сприятливих умов вегетації, спостерігалось зниження рівня врожайності, однак загальні тенденції розподілу за варіантами збереглися. На контролі вона становила 2,67 т/га і була мінімальною, тоді як внесення $N_{45}P_{45}K_{30}$ забезпечило 3,28 т/га (приріст до контролю – 0,61 т/га або 22,9%), а при додаванні мікродобрива – 3,62 т/га (приріст 35,6%). Варіант із вищою нормою мінерального живлення дав 4,10 т/га (приріст 53,6%), а в поєднанні з ФоліГрін Мікро – 4,60 т/га, що перевищило контроль на 72,2%.

В середньому за два роки досліджень врожайність ячменю ярого KWS Кріссі на ділянці контролю, де добрива не застосовували, становила 2,88 т/га. За внесення меншої норми добрив (варіант 2 – $N_{45}P_{45}K_{30}$) врожайність зростала на 0,6 т/га або 20,5%. Додаткове підживлення мікродобривом на фоні вказаної норми добрив підвищувало отриманий врожай до 3,76 т/га, тобто на 0,9 т/га більше, порівняно з контролем та на 0,29 т/га більше, ніж без мікродобрив.

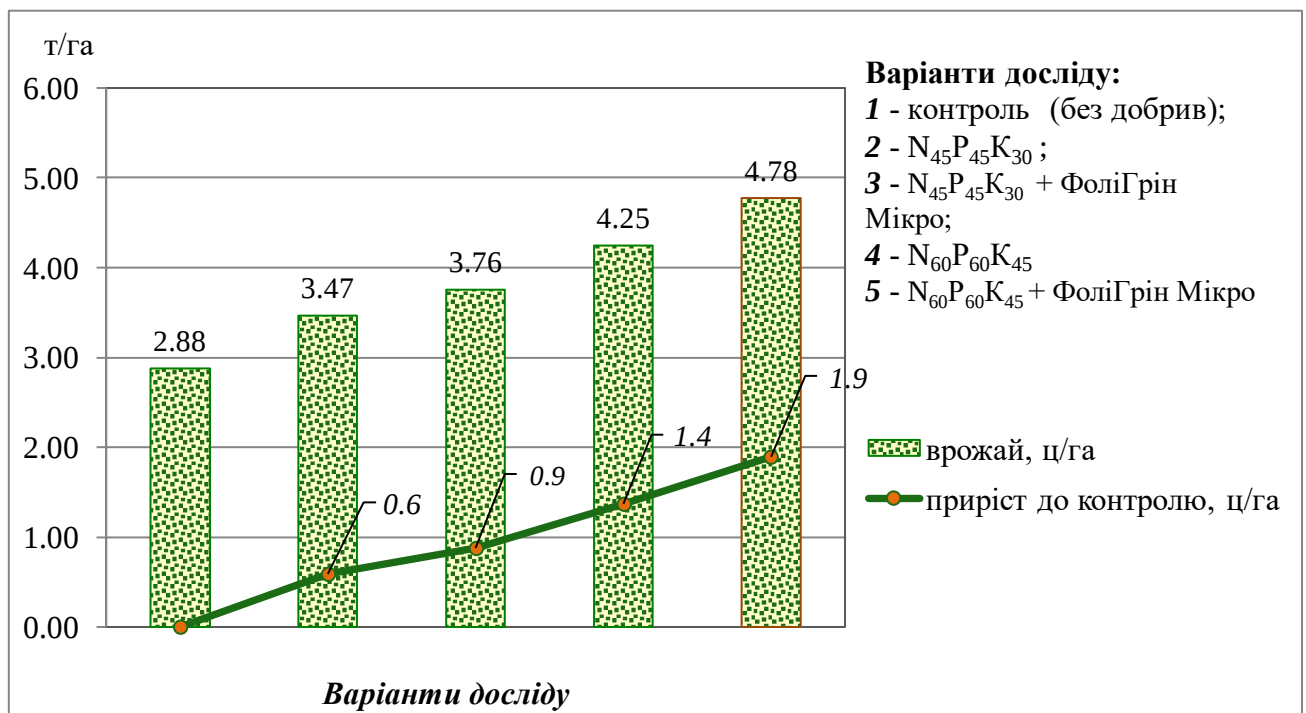


Рисунок 3.7 – Врожайність ярого ячменю сорту KWS Кріссі за різних норм удобрення (середнє за 2024–2025 рр.)

За збільшення норми добрив до $N_{60}P_{60}K_{45}$ (варіант 4) врожайність зростала на 1,4 т/га або 47,6%. Додаткове підживлення мікродобривом на фоні вказаної норми добрив підвищувало отриманий врожай до 4,78 т/га, тобто на 1,9 т/га більше, порівняно з контролем та на 0,53 т/га більше, ніж без мікродобрив.

Отже, внесення мінеральних добрив підвищує врожайність ярого ячменю, а додавання комплексу мікроелементів ФоліГрін Мікро сприяє додатковому зростанню врожайності на 5–8% завдяки поліпшенню живлення рослин у критичні фази розвитку. Найвищі показники врожайності одержано за поєднання повної норми мінеральних добрив ($N_{60}P_{60}K_{45}$) із позакореневим підживленням мікроелементами.

3.7. Якісні показники зерна ячменю ярого за різних норм мінерального живлення

У проведеному досліді внесення мінеральних добрив та підживлення мікродобривом ФоліГрін Мікро впродовж вегетації впливали на якісні показники зерна ячменю ярого – масу 1000 зерен, натуру, вміст білка та крохмалю.

Показники маси 1000 зерен і натури зерна ярого ячменю зростають на ділянках, де застосовували мінеральні добрива та мікроелементи. У контрольному варіанті, де удобрення не застосовували, маса 1000 зерен становила 41,7 г, а натура зерна – 628 г/л, що відповідає типовим параметрам для середньорослих сортів за умов обмеженого живлення (табл. 3.9). Внесення основної норми $N_{45}P_{45}K_{30}$ сприяло підвищенню маси 1000 зерен до 44,3 г та збільшенню натури на 23 г/л, що свідчить про поліпшення умов наливу зерна.

Додавання мікродобрива ФоліГрін Мікро у варіанті 3 забезпечило подальший приріст обох показників: маса 1000 зерен зросла до 45,8 г, а натура – до 691 г/л. Збільшення дози мінеральних добрив до $N_{60}P_{60}K_{45}$ сприяло ще вищим значенням маси 1000 зерен (47,1 г) і натури (748 г/л), що свідчить про інтенсивніше азотне та мінеральне живлення в період наливу зерна.

Максимальні значення показників отримано у варіанті 5 – $N_{60}P_{60}K_{45}$ + ФоліГрін Мікро, де маса 1000 зерен досягла 45,0 г, а натура зерна становила 779 г/л. Такий рівень свідчить про найкращі умови забезпечення рослин макро- та

мікроелементами, що позитивно вплинуло на інтенсивність формування та щільність зерна. Загалом спостерігається стабільна тенденція: посилення мінерального живлення та додаткове внесення мікроелементів приводить до покращення фізичних характеристик зерна, що є важливим критерієм якості та товарності врожаю.

Таблиця 3.9 – Показники якості зерна ярого ячменю сорту KWS Кріссі за різних норм удобрення (середнє за 2024–2025 рр.)

Варіант	Маса 1000 зерен, г	Натура зерна, г/л	Вміст білка, %	Вміст крохмалю, %
1. Контроль (без добрив)	41,7	628	10,1	64,2
2. N ₄₅ P ₄₅ K ₃₀	44,3	651	10,8	59,8
3. N ₄₅ P ₄₅ K ₃₀ + ФоліГрін Мікро	45,8	691	11,0	59,5
4. N ₆₀ P ₆₀ K ₄₅	47,1	748	11,6	58,2
5. N ₆₀ P ₆₀ K ₄₅ + ФоліГрін Мікро	47,9	779	11,8	57,8

За результатами досліджень виявлено позитивну динаміку вмісту білка в зерні ярого ячменю KWS Кріссі та його виходу з одиниці площі під впливом різних норм мінерального живлення та мікродобрив. Зокрема, на контрольному варіанті вміст білка становив 10,1%, що забезпечило вихід білка на рівні 0,31 т/га (рис. 3.7). Внесення добрив у нормі N₄₅P₄₅K₃₀ сприяло підвищенню білковості до 10,8% і зростанню виходу білка до 0,36 т/га, що перевищує контроль на 17,2%. Додавання мікродобрива ФоліГрін Мікро на цьому ж фоні (варіант 3) забезпечило додаткове підвищення вмісту білка до 11%, а виходу білка – до 0,41 т/га. Приріст у цьому випадку становив 0,11 т/га до контролю (35,2%) та 0,05 т/га відносно варіанту з внесенням окремо NPK, що свідчить про важливу роль мікроелементів у покращенні якості зерна. Збільшення норми добрив до N₆₀P₆₀K₄₅ забезпечило ще інтенсивніше нагромадження білка – 11,6%, а вихід білка зріс до 0,49 т/га, тобто на 0,19 т/га більше, ніж на контролі (+61,1%). Максимальні значення показників отримано у варіанті з поєднанням N₆₀P₆₀K₄₅ і мікродобрива, де вміст білка досяг 11,8%, а вихід білка становив 0,56 т/га. Це на 0,26 т/га

перевищує показник контролю, а порівняно з варіантом $N_{60}P_{60}K_{45}$ без мікродобрів приріст становив 0,07 т/га.

Вміст та вихід крохмалю також змінювалися за варіантами досліду, відповідно до норми внесених добрив. Вміст крохмалю зменшувався при внесенні добрив, а його вихід, навпаки, зростав. На контролі вміст крохмалю становив 64,2%, що забезпечило вихід 1,9 т/га. Застосування удобрення $N_{45}P_{45}K_{30}$ знизило вміст крохмалю до 59,8%. Вихід крохмалю при цьому становив 2,0 т/га, що більше за контроль на 0,1 т/га.

У варіанті з додаванням мікродобрива ($N_{45}P_{45}K_{30}$ + ФоліГрін Мікро) вміст крохмалю становив 59,5%, а вихід зріс до 2,24 т/га. Приріст до контролю склав 0,29 т/га (15%) та +0,25 т/га до відповідного варіанту без мікродобрів. Підвищена норма добрив $N_{60}P_{60}K_{45}$ забезпечила формування зерна з вмістом крохмалю на рівні 58,2%, його вихід становив 2,47 т/га, тобто збільшення на 0,53 т/га до контролю (27,1%). Найвищі значення крохмалю відмічені у варіанті $N_{60}P_{60}K_{45}$ + ФоліГрін Мікро (42%), де вихід сягнув 2,76 т/га. Приріст до варіанту без мікродобрива у цьому випадку становив 0,29 т/га.

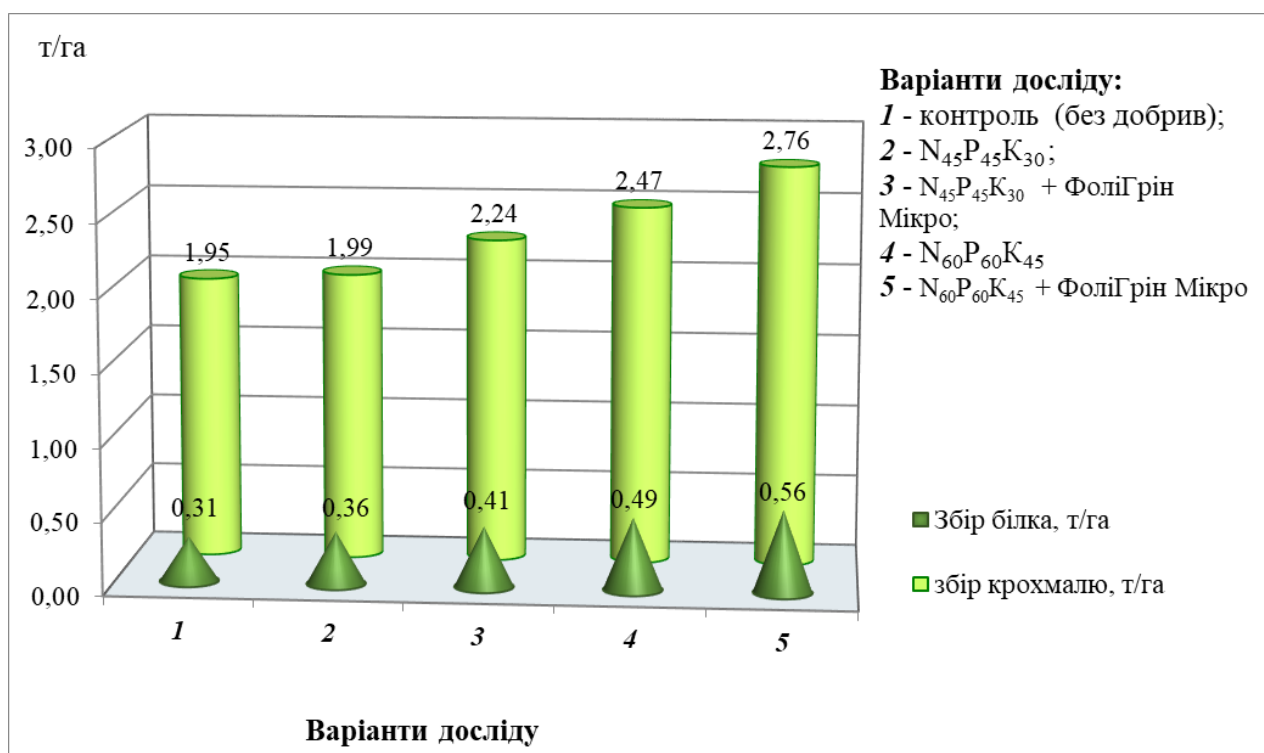


Рисунок 3.8 – Вихід білка та крохмалю за різних норм удобрення ячменю ярого KWS Кріссі

Отже, внесення мінеральних добрив з метою оптимізації режиму живлення ярого ячменю KWS Кріссі та поєднання їх з мікродобривом ФоліГрін Мікро має позитивний вплив на якісні показники зерна, що проявляється у збільшенні вмісту білка, а також виходу білка та крохмалю з одиниці площі.

3.8. Економічна та енергетична ефективність удобрення ярого ячменю

Попит на ячмінь формується трьома основними секторами його споживання: пивоваріння, фуражні потреби (корм для тварин) і переробні (екстракція, кормопродукти). Ціна на зерно залежить від його якісних параметрів (вміст білка, маса 1000 зерен, відсоток домішки), транспортних витрат, сезонної доступності та кон'юнктури на ринку кормів (наприклад, ціна на кукурудзу та сою впливає на попит на фуражний ячмінь). відповідно рентабельність вирощування ячменю змінюється за роками.

У розрізі врожайності встановлено чітку тенденцію до її підвищення зі зростанням норм добрив: від 3,03 т/га на контролі до 4,78 т/га у варіанті з максимальною нормою азоту, фосфору, калію та застосуванням мікродобрива. Відповідно зростає й вартість валової продукції, що змінюється від 30 300 грн/га у контролі до 48 756 грн/га у п'ятому варіанті, що безпосередньо корелює з урожайністю (вартість зерна розраховано за цінами 2025 р. – 10 100 грн/т).

Виробничі витрати закономірно збільшуються зі зростанням інтенсивності удобрення: на контролі вони становлять 20 422 грн/га, тоді як у варіанті 5 – 28 270 грн/га, що зумовлено вищими витратами на мінеральні добрива та мікроелементи. Всупереч зростанню витрат, собівартість зерна зменшується із підвищенням врожайності – від 6 740 грн/т на контролі до 5 914 грн/т у найпродуктивнішому варіанті, що свідчить про підвищення ефективності використання ресурсів.

Чистий прибуток є найнижчим у контрольному варіанті (9 878 грн/га) і зростає до максимальних 20 486 грн/га у варіанті 5, де реалізовано найвищий рівень продуктивності культури.

**Таблиця 3.10 – Показники економічної та енергетичної ефективності
удобрення ярого ячменю сорту KWS Кріссі**

Показник	Варіанти дослідів				
	1	2	3	4	5
Урожайність, ц/га	2,88	3,47	3,76	4,25	4,78
Вартість продукції, грн/га	30 300	33 532	37 976	42 925	48 756
Виробничі затрати, грн/га	20 422	22 070	24 412	26 781	28 270
Собівартість, грн/ц	6 740	6 648	6 493	6 301	5 914
Чистий прибуток, грн/га	9 878	11 462	13 564	16 144	20 486
Рівень рентабельності, %	41,0	51,9	55,6	60,3	72,5
Енергоємність технології, МДж	23834	27515	28700	30301	31120
Енергоємність врожаю, МДж	48 723	65 287	73 215	77 430	79 900
Коефіцієнт енергетичної ефективності	2,04	2,37	2,55	2,56	2,57

Покращення умов живлення ярого ячменю зумовлює істотне збільшення рівня рентабельності. На ділянці контролю рівень рентабельності вирощування ячменю становить лише 48,4%. На ділянках, де окремо застосовували лише мінеральні добрива у нормах $N_{45-60}P_{45-60}K_{30-45}$ рентабельність виробництва зростала до 51,9–60,3%. За умови застосування додатково мікродобрива показник РР підвищується та максимально становить 72,5% у варіанті з оптимальним поєднанням мінерального живлення та мікродобрив ($N_{60}P_{60}K_{45}$ + ФоліГрін Мікро).

Енергомiсткiсть технологiї вирощування ярого ячменю KWS Кріссі у досліді змінювалась від 23834 МДж на ділянці контролю до 31120 МДж на ділянці варіанту 5, де повне мінеральне добриво у нормі $N_{60}P_{60}K_{45}$ поєднували з підживленням мікродобривом ФоліГрін Мікро. Така ж тенденція простежується і для енергомiсткості врожаю: на контролі цей показник становить 48723 МДж, а на ділянці варіанту 5 ($N_{60}P_{60}K_{45}$ + ФоліГрін Мікро) – 79900 МДж. Відповідно до цих показників коефіцієнт енергетичної ефективності змінюється від 2,04 на

контролі до 2,57 – при внесенні $N_{60}P_{60}K_{45}$ + ФоліГрін Мікро. Помітно, що внесення меншої норми добрив окремо або у поєднанні з мікроелементами зумовлює різке збільшення показника КЕЕ, тоді як наступне збільшення норми NPK окремо або з ФоліГрін Мікро підвищує енергетичну ефективність виробництва несуттєво.

Таким чином, аналіз показників свідчить, що інтенсифікація удобрення забезпечує суттєве економічне зростання за всіма параметрами, а поєднання NPK з мікродобривами є найефективнішим як з погляду продуктивності, так і економічної віддачі.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ У ГОСПОДАРСТВІ

4.1. Загальні положення та аналіз стану охорони праці у ФГ “*****”

Питання охорони праці є важливим аспектом організації діяльності будь-якого аграрного підприємства. Специфіка сільськогосподарського виробництва, що включає як рослинництво, так і тваринництво, несе в собі низку значних ризиків, пов'язаних з інтенсивним використанням ґрунтообробної техніки, застосуванням хімічних препаратів різної токсичності та виконанням робіт у складних польових умовах. Тому керівництво підприємств, або інші відповідальні особи, зобов'язані забезпечити створення належних та безпечних умов праці відповідно до чинного українського законодавства [19, 40, 42]. Нехтування нормами техніки безпеки та виникнення професійних захворювань, травматизму чи нещасних випадків на виробництві, тягне за собою обов'язок власника повністю відшкодувати збитки потерпілим особам.

Для ефективної превенції цих негативних явищ, фахівці, відповідальні за охорону праці, мають систематично проводити навчання та інструктажі персоналу, забезпечуючи можливості для подальшого підвищення їхньої кваліфікації. Паралельно з цим, особи, які відповідають за технічне оснащення, повинні своєчасно виявляти та усувати несправності, а також оновлювати машинно-тракторний парк відповідно до його фізичного зношування. Однак, попри встановлені вимоги, економічні чинники – зокрема, бажання мінімізувати витрати заради максимального прибутку – у поєднанні зі слабким контролем з боку державних органів часто призводять до ігнорування стандартів охорони праці та, як наслідок, до зростання показників виробничого травматизму.

У ФГ “*****” роботу зі створення безпечних умов праці координує інженер з охорони праці. Його ключові обов'язки включають своєчасне виявлення джерел потенційної небезпеки та їх усунення, а також розробку та впровадження ефективних заходів профілактики виробничого травматизму. До забезпечення охорони праці також активно залучені головний агроном та головний механік господарства. Важливою практикою є проведення інструктажу з техніки безпеки

для працівників безпосередньо перед початком виконання технологічних операцій у польових умовах. Крім того, захист здоров'я персоналу забезпечується шляхом регулярної видачі необхідного спецодягу та засобів індивідуального захисту (ЗІЗ).

4.2. Покращення гігієни праці, пожежної безпеки і техніки безпеки у вирощуванні ярого ячменю

Виконання різноманітних технологічних операцій у процесі вирощування ярого ячменю – від підготовки ґрунту до збирання врожаю – становить значну загрозу для здоров'я працівників. Ця небезпека обумовлена як необхідністю використання потужної сільськогосподарської техніки, так і застосуванням засобів хімізації. Тому критично важливим є обов'язкове проходження працівниками інструктажу з техніки безпеки перед початком робіт та суворе дотримання всіх правил під час їх виконання. До обов'язків осіб, відповідальних за безпеку праці, входить регулярна перевірка та своєчасне поповнення запасів ЗІЗ, спецодягу та необхідних медикаментів (аптечок).

Під час проведення польових робіт, чи то обробіток ґрунту, чи внесення добрив або пестицидів, неприпустима присутність сторонніх осіб на полі, оскільки вони можуть створювати перешкоди для роботи техніки та наражатися на небезпеку. Перевезення хімічних препаратів має здійснюватися виключно окремо від людей, питної води та харчових продуктів [42].

Ключовою вимогою безпечної експлуатації техніки у ФГ "*****" є її повна справність. Машини проходять регулярний огляд для своєчасного виявлення та усунення несправностей. Особливу увагу приділяють перевірці укомплектованості агрегатів та механізмів, а також надійності їхнього кріплення. Управління причіпними агрегатами повинно здійснюватися винятково з кабіни трактора. Робочі органи, такі як фрези чи культиватори, обов'язково повинні бути оснащені захисними кожухами. Очищення агрегатів від ґрунту та рослинних решток здійснюється на розворотних смугах лише спеціальними чистиками при вимкненому двигуні [19]. Суворо заборонено розвертати техніку, поки ґрунтообробні знаряддя залишаються зануреними в ґрунт.

Оскільки обробіток ґрунту та догляд за посівами вимагають постійної концентрації уваги і призводять до фізичного стомлювання механізаторів, дозволена швидкість руху техніки полем не має перевищувати 5 км/год. Для запобігання перевтомі необхідне раціональне чергування робочих годин з періодами відпочинку. На планування польових робіт суттєво впливають погодні умови, які визначають не лише доцільність агротехнічних прийомів, але й впливають на працездатність персоналу. За умов високих температур повітря основні роботи слід переносити на ранішні та вечірні години, уникаючи піка полуденної спеки. Відповідно до сезону та погоди працівники мають підбирати одяг та взуття: влітку – легкий натуральний одяг, що добре пропускає повітря та поглинає вологу, а у весняно-осінній період – одяг, що надійно захищає від переохолодження. Взуття завжди повинно бути зручним і "дихаючим".

Використання мінеральних добрив та пестицидів створює значний небезпечний вплив на здоров'я працівників. Негативна дія хімічних препаратів може проявлятися як під час їхнього внесення в полі, так і внаслідок недотримання правил зберігання та транспортування. Нехтування рекомендаціями щодо застосування хімічних засобів загрожує не лише персоналу господарства, але й мешканцям прилеглих територій.

У ФГ "*****" усі хімічні препарати зберігаються на окремому складі у непошкодженій заводській тарі, що запобігає висипанню/витоку та їхньому змішуванню. Пестициди маркуються кольорами відповідно до рівня їхньої токсичності, а також супроводжуються інструкціями щодо умов, термінів зберігання та особливостей застосування. Склад отрутохімікатів обладнаний протипожежною сигналізацією та вогнегасниками. Важливим правилом є заборона розміщення поряд речовин, які можуть утворювати легкозаймисті або вибухонебезпечні сполуки при змішуванні. Для забезпечення використання препаратів до закінчення терміну придатності проводиться контроль термінів, а ті, які потребують швидшого використання, розміщують ближче до проходу.

Польові роботи із внесення добрив та пестицидів проводяться переважно у ранкові та вечірні години. Тривалість роботи працівників, залучених до хімізації, не повинна перевищувати 6 годин, а у випадках роботи з високотоксичними

препаратами – скорочується до 4 годин. Внесення речовин не здійснюють у вітряну або дощову погоду з метою запобігання непродуктивному розвіюванню або змиванню препаратів. Також посіви не обробляють у період цвітіння для захисту комах-запилювачів.

При внесенні добрив на поле вивозиться лише та кількість, яку можна використати протягом одного робочого дня, із застосуванням спеціальних машин і механізмів. Працівники, залучені до роботи з хімічними засобами, обов'язково забезпечуються спецодягом та ЗІЗ. Крім того, на поле вивозиться достатня кількість питної води та аптечка.

У господарстві, де проводилися досліді, належну увагу приділяють також протипожежній безпеці. Це обумовлено низкою чинників, які можуть стати причиною пожежі, перш за все, наявністю мінеральних добрив та пестицидів. Як зазначалося, на складі неприпустимий контакт або близьке розташування вибухонебезпечних та легкозаймистих речовин. Складські приміщення підтримуються у чистоті, регулярно провітрюються, а накопичення непотрібних речей виключається. Протипожежна сигналізація та вогнегасники підтримуються у справному стані. Крім того, у господарстві суворо дотримуються правил безпечного зберігання паливно-мастильних матеріалів та роботи з електроприладами. Адже несправна техніка, як і неправильна її експлуатація, може спричинити утворення іскор та пожежу. Також не допускається паління поблизу складів із займистими речовинами.

4.3. Захист населення від надзвичайних ситуацій

Захист працівників агропідприємств та населення є невіддільною частиною національної системи цивільного захисту України. Для території, де розташоване господарство “*****”, є ризики виникнення як природних, так і техногенних надзвичайних ситуацій (НС), які можуть мати серйозні наслідки для персоналу, майна та навколишнього середовища. До найбільш ймовірних НС належать літні пожежі, буревії, інтенсивні зливи чи град, а також аварії з витоком хімічних речовин та ризики, пов'язані з воєнними діями та руйнуванням критичної інфраструктури.

Звенигород розташований у безпосередній близькості до великого промислового та логістичного вузла – міста Львова та прилеглих територій. Потенційно небезпечними об'єктами, які можуть спричинити техногенні НС є хімічно небезпечні об'єкти (наприклад, великі холодильні комплекси, промислові підприємства, нафтобази, АЗС поблизу Львова; транспортні мережі (через Львівську область проходять важливі залізничні та автомобільні шляхи (наприклад, міжнародна траса М-06), що підвищує ризик аварій при перевезенні небезпечних вантажів (пальне, добрива, хімікати); критична інфраструктура (об'єкти енергетики, водопостачання та газопостачання).

Для господарства це означає необхідність розробки чітких алгоритмів дій у разі оповіщення про хімічну небезпеку (наприклад, використання протигазів/респіраторів та укриття у герметичних приміщеннях).

Невід'ємною частиною системи захисту є моніторинг і прогнозування можливих НС. Своєчасне отримання метеорологічних (ризик злив, посухи, високих температур) і технологічних даних (ризик витоку хімікатів) дозволяє запобігти значним втратам врожаю ячменю та зберегти життя людей. З цією метою сучасні агропідприємства мають впроваджувати технології дистанційного моніторингу (супутникові дані, сенсори вологості ґрунту, пожежної безпеки).

Таким чином, організація заходів з охорони праці, пожежної безпеки та цивільного захисту є не тільки юридичним обов'язком перед державою, але й практичною необхідністю. Це забезпечує стійкість виробництва, мінімізує ризики травматизму та матеріальних збитків, а також підвищує соціальну відповідальність аграрного бізнесу, гарантуючи збереження життя і здоров'я працівників.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1. Охорона ґрунтів у сільському господарстві

Ґрунт є основним засобом виробництва в аграрному секторі та невідновним природним ресурсом, від стану якого безпосередньо залежить стабільність продовольчої безпеки держави. Його деградація через ерозію, втрату гумусу, ущільнення, засолення або забруднення становить одну з головних екологічних загроз сучасного землеробства. У системі охорони ґрунтів особливе значення мають заходи, спрямовані на підтримання балансу гумусу, регулювання водного та повітряного режиму і запобігання змиву родючого шару.

Раціональне використання орних земель передбачає впровадження ґрунтозахисних сівозмін, чергування культур із різною кореневою системою та біологічними особливостями, застосування сидеральних культур, а також контурно-меліоративну організацію території. Ефективним засобом підвищення стійкості ґрунтів є мінімізація або локалізація обробітку – перехід до мінімальних та нульових технологій (Mini-till, No-till), що зменшують руйнування структури орного шару [51].

Важливу роль відіграє система удобрення, спрямована не лише на підвищення врожайності, а й на відновлення балансу органічної речовини. Органічні добрива, сидерати, побічна продукція культур та біопрепарати сприяють накопиченню гумусу та активізації мікробіологічних процесів [12]. Одночасно контроль за дозами та термінами внесення мінеральних добрив запобігає надлишковому накопиченню нітратів і вторинному засоленню.

В умовах інтенсивного землеробства значну увагу приділяють запобіганню водній та вітровій ерозії. Для цього застосовують протиерозійне розміщення культур, створюють полезахисні смуги, здійснюють щільювання та мульчування. Моніторинг стану ґрунтів проводиться шляхом систематичного контролю за вмістом гумусу, кислотністю, щільністю будови та вмістом важких металів [32]. Сукупність цих заходів забезпечує збереження родючості та екологічної стабільності агроландшафтів.

5.2. Охорона водних ресурсів

Водні ресурси є невіддільною частиною функціонування агроєкосистем, однак саме сільське господарство є одним із головних споживачів і потенційних забруднювачів води. Під час нераціонального застосування добрив і засобів захисту рослин спостерігається вимивання нітратів, фосфатів, пестицидів у поверхневі й підземні води, що призводить до евтрофікації водойм і погіршення якості питної води. Тому охорона водних ресурсів у сільському господарстві передбачає впровадження комплексу технологічних, організаційних і біотехнічних заходів.

Перш за все, необхідно забезпечити збалансоване внесення мінеральних добрив відповідно до потреб культур і агрохімічного стану ґрунту. Використання точного землеробства та системи диференційованого живлення дозволяє зменшити ризик вимивання елементів живлення у дренажні води. Важливим напрямом є створення прибережних захисних смуг із багаторічних трав і чагарників, які затримують поверхневий стік і слугують біофільтрами.

Раціональне використання води в зрошуваному землеробстві також має велике значення. Сучасні технології краплинного та дощувального зрошення забезпечують рівномірне розподілення вологи при мінімальних втратах на випаровування. Контроль за якістю поливної води запобігає вторинному засоленню і зниженню родючості ґрунтів.

Системне очищення стічних вод агропромислових підприємств, облаштування локальних очисних споруд і контроль за зберіганням гною та відходів тваринництва є необхідними компонентами екологічної безпеки. На рівні державної політики реалізуються програми моніторингу гідрологічного стану, спостереження за водними басейнами та впровадження екосистемного підходу до управління водними ресурсами. Таким чином, охорона вод у сільському господарстві є передумовою не лише екологічної, а й продовольчої безпеки країни.

5.3. Охорона атмосферного повітря

Сільське господарство є значним джерелом забруднення атмосфери, зокрема через викиди парникових газів – метану (CH_4), оксиду азоту (N_2O) та

вуглекислого газу (CO_2). Основними джерелами є процеси мінералізації органічної речовини в ґрунтах, розкладання гною, спалювання рослинних решток і використання азотних добрив. Раціональна система землеробства здатна не лише зменшити негативний вплив, а й перетворити агросферу на поглинач вуглецю.

Одним із ключових напрямів охорони атмосферного повітря є оптимізація азотного живлення. Надлишкове внесення азотних добрив призводить до утворення оксиду азоту, потужного парникового газу. Застосування стабілізаторів нітрифікації, локальне внесення, поєднання з органічними добривами та точне дозування за допомогою агрохімічних аналізів дозволяють суттєво зменшити викиди. У рослинництві важливо відмовлятися від практики спалювання стерні та решток, замінюючи її мульчуванням або заорюванням, що не лише знижує викиди CO_2 , а й покращує структуру ґрунту.

У тваринництві значний потенціал має впровадження технологій анаеробного зброджування гною з отриманням біогазу. Це не лише зменшує емісію метану, а й дає можливість отримати екологічно чисте паливо. Перехід на енергозберігальні технології, використання біопалива, модернізація машинно-тракторного парку – усе це сприяє зниженню викидів вуглецю.

Важливим інструментом охорони повітря є впровадження систем екологічного моніторингу на аграрних підприємствах, які дозволяють оцінювати рівень викидів та контролювати виконання природоохоронних заходів. Таким чином, екологічно орієнтоване землеробство стає вагомим чинником у досягненні національних і світових цілей щодо скорочення викидів парникових газів.

5.4. Захист і примноження біорізноманіття

Біорізноманіття є основою стабільності агроландшафтів, оскільки забезпечує екологічну рівновагу, функціонування ґрунтових, водних і атмосферних процесів, а також є джерелом генетичних ресурсів для селекції культур. Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва, монокультурність і надмірне використання хімічних засобів призводять до зниження різноманіття флори та фауни, деградації екосистем і спрощення трофічних зв'язків.

Захист і відновлення біорізноманіття в агроландшафтах передбачає комплекс заходів, спрямованих на збалансоване поєднання продуктивності та екологічної стійкості. Важливою умовою є впровадження агроекологічних підходів – чергування культур, створення польових лісосмуг, підтримання багаторічних трав, формування екологічних коридорів між природними осередками. Значну роль відіграє інтегрований захист рослин, який базується на поєднанні біологічних, агротехнічних і хімічних методів контролю шкідливих організмів.

Використання біологічних препаратів, ентомофагів і фітопатогенів зменшує залежність від пестицидів і сприяє збереженню корисних організмів. У тваринництві варто підтримувати екстенсивні пасовища, які є осередками дикої флори й фауни. На рівні ландшафту доцільно створювати буферні зони, заповідні ділянки, водно-болотні угіддя, що відіграють важливу роль у збереженні видового складу.

Законодавче забезпечення охорони біорізноманіття в Україні здійснюється відповідно до Конвенції про біологічне різноманіття, національної стратегії збереження та відновлення природних екосистем і планів сталого землекористування. Поєднання економічних стимулів і екологічних обмежень створює умови для того, щоб розвиток аграрного виробництва відбувався у гармонії з природними процесами. Збереження біорізноманіття є передумовою стійкого розвитку сільського господарства, що гарантує екологічну стабільність та продовольчу безпеку майбутніх поколінь.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Проведені дослідження з вивчення впливу мінерального живлення на продуктивність ячменю ярого на сірому лісовому ґрунті дають можливість зробити такі висновки:

1. Під впливом застосування добрив змінюється поживний режим орного горизонту сірого лісового ґрунту. Найкращі умови забезпечення рослин легкогідролізним азотом сформувалися за норм удобрення $N_{60}P_{60}K_{45}$ – дефіцит наприкінці вегетації порівняно з показником до закладання досліду був мінімальним (5 мг/кг ґрунту). Позакореневе підживлення мікродобривами в обидвох варіантах забезпечували нижчий вміст N, порівняно з варіантами внесення лише NPK.

2. Внесення фосфорних та калійних добрив у кількості $P_{60}K_{45}$ компенсує потреби рослин у цих елементах впродовж вегетації та сприяє формуванню їх позитивного балансу наприкінці вегетації як у варіанті без підживлення, так і у випадку додаткового застосування ФоліГрін Мікро.

3. Мінеральні добрива та додаткове підживлення мікроелементами ФоліГрін Мікро позитивно впливають на ріст та розвиток рослин ярого ячменю сорту KWS Кріссі, збільшуючи показники польової схожості, виживання, а також висоту рослин та кількість продуктивних стебел. Найкращі показники отримано на ділянці з внесенням $N_{60}P_{60}K_{45}$ + ФоліГрін Мікро – польова схожість 92,9%, показник виживання за вегетацію – 96%, кількість продуктивних стебел – 514 шт./м².

4. Внесення мінеральних добрив покращує показники структури врожаю, що загалом забезпечує отримання вищого врожаю зерна. За внесення $N_{60}P_{60}K_{45}$ + ФоліГрін Мікро показники індивідуальної продуктивності колоса були найвищими: довжина – 9,0 см, кількість зерен – 25,3 шт., маса зерен – 1,14 г.

5. Застосування мінеральних добрив підвищує врожайність ярого ячменю, а додавання комплексу мікроелементів ФоліГрін Мікро сприяє додатковому зростанню врожайності на 5–8% завдяки поліпшенню живлення рослин у критичні фази розвитку. Найвищі показники врожайності (4,78 т/га) одержано за

поєднання повної норми мінеральних добрив ($N_{60}P_{60}K_{45}$) із позакореневим підживленням мікроелементами ФоліГрін Мікро.

6. Покращення умов живлення сприяє підвищенню вмісту білка у зерні ячменю ярого, а також його збору з одиниці площі. Максимальні показники отримано за схеми удобрення $N_{60}P_{60}K_{45}$ + ФоліГрін Мікро: зерно з вмістом білка 11,8%, вихід білка – 0,56 т/га.

7. Попри формування зерна з меншим вмістом крохмалю на ділянках з удобренням, максимальний збір крохмалю забезпечила норма $N_{60}P_{60}K_{45}$ + ФоліГрін Мікро – 2,76 т/га за вмісту 57,8%.

8. Внесення мінеральних добрив та мікродобрив є економічно обґрунтованим заходом, оскільки підвищує рівень рентабельності виробництва (40,1–55,3%) та забезпечує отримання високого чистого прибутку (27515–31120 грн/га). Найбільш рентабельним та ефективним з погляду енергетичних витрат було внесення $N_{60}P_{60}K_{45}$ + ФоліГрін Мікро.

Отже, в умовах західного регіону України для вирощування ячменю ярого сорту KWS Кріссі на сірому лісовому ґрунті рекомендовано вносити мінеральні добрива у кількості $N_{60}P_{60}K_{45}$ у поєднанні з комплексом мікроелементів ФоліГрін Мікро за такою схемою: фосфорно-калійні добрива та азот у кількості N_{20} під основний обробіток ґрунту, N_{25} – у фазу кушіння та N_{15} – у фазу виходу в трубку, ФоліГрін Мікро – 2,0 л/га позакоренево у фазах кушіння та виходу в трубку. Пропонована схема удобрення забезпечує отримання найвищого врожаю зерна з добрими якісними показниками та є найбільш рентабельною з економічного погляду.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Авраменко С. В. Елементи удобрення ячменю ярого. *Пропозиція*. 2016. № 3. С. 82–87.
2. Агрогрунтове районування України [Електронний ресурс] URL: <http://geomap.land.kiev.ua/zoning-2.html> (дата звернення: 26.11.2024).
3. Балюк С. А., Лазебна М. Є. Перелік основних нормативних документів у галузі ґрунтознавства, агрохімії та охорони ґрунтів (актуалізований станом на 27.04.2009). Харків, 2009. 37 с.
4. Бомба М., Дудар І., Литвин О., Потопляк О. Формування врожаю сортів ячменю ярого залежно від норми висіву. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. 2020. № 24.
5. Вега Н. І. Зміна вмісту лужногідролізованого азоту в темно-сірому опідзоленому ґрунті під впливом мінерального удобрення ячменю ярого. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2015. Вип. 83. С. 100–104.
6. Веремеєнко С. І., Ткачук С. О., Трушева С. С. Вплив мікродобрив та регуляторів росту рослин на врожайність та якість зерна ячменю ярого. *Наукові горизонти*. 2020. № 1 (86). С. 14–21.
7. Висlobодська М., Данилюк В., Бідна Л., Вурдик П. Формування урожайності та якості зерна ярого ячменю залежно від рівня мінерального живлення. *Вісник Львівського НАУ: серія Агрономія*. 2013. № 17. С. 166-170.
8. Гаськевич В. Г., Папіш І. Я., Телегуз О. Г. Фізика ґрунтів. Лабораторний практикум. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2021. 170 с.
9. Геоєкологія Львівської області / за заг. ред. Є. Іванова. Львів : Простір-М, 2021. 606 с.
10. Гораш О. С., Бігуляк С. П. Вплив позакореневого мінерального підживлення ячменю ярого на ріст і розвиток рослин. *Вісник Житомирського НАУ*. 2013. № 2. С. 14-20.
11. Гораш О. С., Климишена Р. І. Особливості формування структури врожаю ярого ячменю. *Новітні агротехнології*. 2014. № 1(2). С. 4-11.

12. Горобець М. В., Писаренко П. В., Чайка Т.О., Міщенко О.В. Наукові підходи щодо екологізації технології вирощування ячменю ярого в умовах Лівобережного Лісостепу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. № 4. С. 142-149.
13. Господаренко Г. М., Любич В. В., Гавриленко В. С., Приходько О. В., Крикун С. П., Худолій Л. В., Товстенко Я. Ю. Технологічні параметри формування якості зерна ячменю ярого голозерного. *[Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва](http://nbuv.gov.ua/UJRN/zhpumus_2024_104(1)_35)*. 2024. Вип. 104(1). С. 315-324. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/zhpumus_2024_104\(1\)_35](http://nbuv.gov.ua/UJRN/zhpumus_2024_104(1)_35) (дата звернення: 26.02.2025)
14. Григор'єва Т. М. Ефективність застосування мінеральних добрив у комбінації з мікробними препаратами при вирощуванні ячменю ярого. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2014. Вип. 19. С. 21-26.
15. Ґрунти Львівської області : колективна монографія / за ред. С. П. Позняка. Львів, ЛНУ імені Івана Франка, 2019. 424 с.
16. Давидюк, Г., Шкарівська Л., Клименко І., Довбаш Н, Повидало М. Еколого-агрохімічна оцінка стану ґрунтів у сільських населених пунктах Львівської області. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2024. Вип. 75(1). С. 30-45.
17. Давидюк, Г., Шкарівська Л., Клименко І., Довбаш Н., Оцінка основних показників родючості темно-сірого опідзоленого ґрунту за тривалого систематичного застосування добрив. *Вісник аграрної науки*. 2021, №2 (815). С. 5-10.
18. Державний реєстр рослин, придатних для поширення в Україні на 2024 рік. Київ, 2022.
19. Жидецький В. Ц., Джигирей В. С., Мельников О. В. Основи охорони праці. Львів: Афіша, 2000. 348 с.
20. Зайцев Ю. О., Демчишин А. М., Гунчак М. В. Стан родючості ґрунтів Львівської області. *Агроекологічний журнал*. № 1. 2023. С. 92-100.
21. Карабач К. С., Бережняк Є. М. Вплив систем удобрення з елементами біологізації й обробітку на урожайність, економічну й енергетичну ефективність ячменю ярого. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2021. Vol. 12, № 2. С. 60–68.

22. Климишена Р. І. Залежність кількості зерен у колосі ячменю ярого від впливу мінерального удобрення. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. 2019. Вип. 110 (1). С. 88–94. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/tnveconn_2019_110\(1\)_14](http://nbuv.gov.ua/UJRN/tnveconn_2019_110(1)_14). (дата звернення: 14.03.2025).
23. Климишена Р.І. Вплив позакореневого підживлення рослин ячменю на пивоварну якість зерна за числом Кольбаха. *Збірник наукових праць «Агробіологія»*. 2020. № 1. С. 49–56.
24. Козелець Г., Іщенко В., Гайдено О. Економічна оцінка прибутковості ячменю. *Агробізнес сьогодні*. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/15375-ekonomichna-otsinka-prybutkovosti-iachmeniu.html> (дата звернення: 14.06.2025).
25. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Іващук П. В. Зерновиробництво. Львів: НВФ “Українські технології”, 2008. 624 с.
26. Лихочвор В., Потопляк О., Бомба М., Дудар І. Урожайність та біоенергетична оцінка вирощування ячменю ярого залежно від удобрення та захисту рослин від хвороб. *Вісник ЛНАУ: серія “Агрономія”*. 2015. Вип. 19. С. 44-48.
27. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. Львів, 2002. 800 с.
28. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Фізіологічна роль елементів живлення та системи удобрення польових культур : підручник. 3-тє вид.,. Львів : Українські технології, 2021. 137 с.
29. Лопушняк В. І., Вега Н. І. Ефективність застосування мінеральних добрив та препаратів органічного походження за вирощування ячменю ярого на темно-сірому опідзоленому ґрунті Західного Лісостепу України. *Вісник Львівського НАУ: серія “Агрономія”*. 2014. Вип. 18. С. 98-101.
30. Мазур В. А., Поліщук І. С., Телеколо Н. В., Мордванюк М. О. Рослинництво. Навчальний посібник. Ч. 1. Вінниця: Видавництво ТОВ «Друк». 2020. 352 с.
31. Мартинюк І. В., Бойко П. І., Цимбал Я. С. Продуктивність ячменю ярого в короткоротаційній сівоzmіні лівобережного Лісостепу залежно від системи удобрення. *Зернові культури*. 2021. Т. 5, № 2. С. 343–348. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/grcr_2021_5_2_19. (дата звернення: 12.12.2024).

32. Медведєв В. В., Пліско І. В., Накісько С. Г., Тітенко Г. В. Деградація ґрунтів у світі, досвід її попередження і подолання. Харків : Стильна типографія, 2018. 168 с.
33. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика / за ред. Волкогона В. В. Київ: Аграрна наука, 2006. 312 с.
34. Мірошніченко М. М., Фатєєв А. І., Доценко О. В., Залізовський В. С. та ін. Управління якістю зерна ячменю: посібник українського хлібороба. 2011. С. 239–242.
35. Мосійчук І. І., Гаврилюк Л. В., Безноско І. В., Туровнік Ю. А. Вплив біопрепаратів Вимпел 2, Оракул мультикомплекс та їх суміші на рослини ячменю ярого (*Hordeum L.*) різних сортів. *Агроекологічний журнал*. 2023. № 2. С. 91–99. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog_2023_2_12. (дата звернення: 05.04.2025).
36. Наконечний Ю. І. Практикум з ґрунтознавства і географії ґрунтів: навчальний посібник. Львів : Львівський нац. ун-т ім. І. Франка, 2013. 373 с.
37. Паламарчук В. Д., Неїлик М. М., Колісник О. М. Вплив системи удобрення на продуктивність ячменю ярого. *Зернові культури*. 2024. Т. 8. № 1. С. 147–155. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/grcr_2024_8_1_21 (дата звернення: 17.05.2025).
38. Повидало В. М., Коломієць Л. П., Шевченко І. П. Продуктивність ячменю ярого в системі ґрунтозахисного біологічного землеробства. *Збірник наукових праць Національного наукового центру "Інститут землеробства НААН"*. 2014. Вип. 1-2. С. 48-54. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpzeml_2014_1-2_9 (дата звернення: 20.07.2025).
39. Польовий В. М., Фурманець М. Г., Сніжок О. В., Колесник Т. М. Ефективність мінімізації обробітку ґрунту і застосування побічної продукції під ячмінь ярий в умовах Західного Лісостепу. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Сільськогосподарські науки*. 2023. Вип. 1. С. 223-234. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnugvp_sg_2023_1_17 (дата звернення: 22.07.2025).
40. Про охорону праці. Закон ВРУ. *Відомості Верховної Ради України*. 1992. № 49, ст.668.

41. Рожков А. О., Чернобай С. В. Урожайність ячменю ярого сорту Докучаєвський 15 залежно від застосування різних норм висіву та позакореневих підживлень. *Вісник Полтавської ДАА*. 2014. № 4. С. 30-34. URL: <http://surl.li/oukza> (дата звернення: 10.02.2025).
42. Сакун М.М., Нагорнюк В.Ф. Охорона праці при вирощуванні сільськогосподарських культур: Навчальний посібник. Одеса “Видавництво”, 2009. 184 с.
43. Сільське господарство України 2022. Держстат України. Київ, 2023.
44. Смиченко В. М., Мірошніченко М. М. Вплив глибини локалізації мінеральних добрив на поживний режим чорнозему опідзоленого важкосуглинкового та врожайність ячменю ярого. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2021. Вип. 91. С. 22-30. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrohimigrn_2021_91_5 (дата звернення: 22.05.2025).
45. Статистика погоди. Кліматичні дані за роками та місяцями. Електронний ресурс. URL: <https://meteopost.com/weather/climate/> (дата звернення: 20.09.2025).
46. Телегуз О. В. Агроекологічна оцінка ґрунтів. Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2013, 260 с.
47. Ткачук О. П. Вплив позакореневих підживлень на тривалість міжфазних періодів ячменю ярого в умовах Правобережного Лісостепу України. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 26. С. 216–224. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agf_2022_26_19 (дата звернення: 12.12.2024).
48. Токар Б. Ю. Урожайність ячменю ярого залежно від удобрення та ретардантного захисту на чорноземах типових. *Науковий вісник НУБіП: Серія: Агрономія*. 2015. № 210 (1). С. 110-114.
49. Циліорик О. І., Шапка О. П. Вплив агротехніки на ріст і розвиток ячменю ярого. *Агробізнес сьогодні*. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/8883-vplyv-ahrotekhniky-na-rist-i-rozvytok-iachmeniu-iaroho.html> (дата звернення: 15.03.2025).
50. Шевчук М. Й., Веремеєнко С. І., Лопушняк В. І. Агрохімія: Підручник. Ч. 2. Добрива та їх вплив на біопродуктивність ґрунту. Луцьк: Надстир’я, 2012. 440 с.

51. Шикула М. К., Гнатенко О. Ф., Петренко Л. Р., Капштик М. В. Охорона ґрунтів. 2-ге вид., випр. Київ: Т-во Знання, КОО, 2004. 398 с.
52. Юла В. М., Камінська В. В., Породько М. А., Мушик Б. В., Дудка О. Ф. Особливості живлення рослин ячменю ярого за різних технологій вирощування. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика*. 2025. Вип. 2. С. 51-60. URL : http://nbuv.gov.ua/UJRN/zemroc_2025_2_8 (дата звернення: 16.05.2025).
53. Ярий ячмінь. URL: <https://yuriev.com.ua/ua/katalog-produkcii/katalog/yachmin-yarij/> (дата звернення: 04.06.2025).
54. Agricultural production statistics 2010–2023. FAOSTAT Analytical Brief 96 URL: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/df90e6cf-4178-4361-97d4-5154a9213877/content> (дата звернення: 15.09.2025).
55. Alshaal, T. El-Ramady, H. Foliar application: From plant nutrition to biofortification. *Env. Biodivers. Soil Secur.* 2017. Vol. 1. P. 71–83.
56. Barley. URL: https://www.tridge.com/intelligences/barley/export?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 22.09.2025).
57. Brudnicki A. Response of spring barley to NPK and S fertilisation: yielding, the content of protein and the accumulation of mineral nutrients. *Journal of Elementology*. 2012.
58. Hao M. et al., Manganese and Zinc Foliar Applications Increase Nutrient and Protein Content in Grain. *Pol. J. Environ. Stud.* Vol. 33, No. 5 (2024), 5725-5734
59. Januszkiewicz R. Kulczycki G. Samoraj M. Foliar fertilization of crop plants in polish agriculture. *Agriculture*. 2023. № 13. P. 1715.
60. May W., Begum A., Moreside S., Sikat G. The effect of applied micronutrients (Cu, Zn, Mn, and B) and chloride on annual canarygrass. *Canadian Journal of Plant Science*. 2024. Vol. 104, Issue 6, Pp. 607-625.
61. Shejbalová Š., Černý J., Vašák F., Kulhánek M., Balík J. Nitrogen efficiency of spring barley in long-term experiment. *Plant Soil Environ.* 2014. № 60(7). P. 291-296.
62. Sikandar A. Kh., Muzaffar A., Syed M. A., Bismillah Kh., Ahmed A. M., Tariq Ziad, Impact of foliar applied nitrogen on the growth and yield of barley (*Hordeum vulgare* L.) at local climate condition at Sindh. *J. Biodiv. Environ. Sci.*, 2018. № 13(1), P. 136-143.

63. Soare, E., Bold, N., Stoicea, P., David, L., Dobre, C.-A., Firăţoiu, A.-R. Survey on the Worldwide Barley Production and Trade. *Bulg. J. Agric. Sci.*, 2023. № 29 (Supplement 1). P. 119–124.
64. Šrek, P., Kunzová, E.: Effect of long-term N, P and K fertilizer application on the grain yield of spring barley grown in different soil and climate conditions: Results from Čáslav, Lukavec and Ivanovice 2005–2008. *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*. Vol. 57, 2011, no. 1, pp. 12–20.
65. Stadnik B., Tobiasz-Salach R., Migut D. Influence of Foliar Application of Microelements on Yield and Yield Components of Spring Malting Barley. *Agriculture*, 2024. № 14(3). P. 505
66. [Workman D.](https://www.worldstopexports.com/barley-exports-by-country/?utm_source=chatgpt.com) Barley Exports by Country Plus Average Prices. URL: https://www.worldstopexports.com/barley-exports-by-country/?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 17.09.2025).
67. World - Barley - Market Analysis, Forecast, Size, Trends and Insights Please mention the Source: https://www.indexbox.io/blog/barley-world-market-overview-2024-8/?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 12.09.2025).
68. World Barley Production by Country. URL: https://www.atlasbig.com/countries-barley-production?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 10.09.2025).
69. Yield response to nitrogen timing and rate in spring barley. URL: https://www.far.org.nz/resources/no-187-yield-response-to-nitrogen-timing-and-rate-in-barley?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 10.09.2025).
70. Zebarth, B. & Botha, Elizabeth & Rees, H. Rate and time of fertilizer nitrogen application on yield, protein and apparent efficiency of fertilizer nitrogen use of spring wheat. *Canadian Journal of Plant Science*. 2007. № 87. P. 709-718.

ДОДАТКИ

Технологічна схема вирощування ячменю ярого

Площа – 100га

Попередник – озимий ріпак

Природна зона – Західний Лісостеп

Урожайність, ц/га

Валовий збір, ц

- основної продукції 45- основної продукції 45000- побічної продукції 45- побічної продукції 45000

№	Технологічна операція	Одиниці вимірювання	Обсяг робіт, фіз.одиниць	Склад агрегату		Змінна норма виробітку	Всього витрат праці на весь обсяг робіт, люд.-год.	Витрати на 1 га			Терміни проведення робіт та агротехнічні вимоги до них
				марка трактора	марка с.-г. машини			пального, л	праці, люд.-год.	насіння добрив та ін. матеріалів	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Оранка на зяб	га	100	John Deere 8310	Lemken Diamant Vari 7+1	6,40	109,38	16,30	1,09		Після збирання попередника, на глибину 20-22см
2	Транспортування та внесення мінеральних добрив	га	100	JohnDeere 8310	Amazone	4,80	18,20	1,60	2,60	добрив, 1ц	Суперфосфа, калій хлористий
3	Ранньовесняне боронування	га	100	John Deere 8310	СГ-21 БДД 3200	99,30	7,05	1,20	1,01		При настанні фізичної стиглості ґрунту
4	Протруювання насіння	т	20		ПС-10	70,20	3,39		0,24	Протруй-ник, 1,5л	Перед сівбою. Максим форте 050FS 1,5 л/т
5	Передпосівна культивация	га	100	John Deere 8310	Lemken kompaktomat	25,30	27,67	4,60	3,95		На глибину 4-6 см

6	Транспортування та завантаження сівалок насінням	т	20	ГАЗ-3307	УЗСА-40				2,6		Перед сівбою
7	Навантаження мінеральних добрив	т	10	Т-25А	ПГ-0,3	110,00	18,20	0,60	2,60	добрив, 1ц	Перед сівбою
8	Доставка мінеральних добрив та завантаження сівалок	т	10	Т-16М		4,80	18,20	1,60	2,60	добрив, 1ц	Перед сівбою
9	Провішування ліній для першого проходу агрегата, відбивка поворотних смуг	га	100		вручну		7,00		0,50		Перед сівбою
10	Сівба	га	100	John Deere 8310	Väderstad Spirit 600 P	38,50	54,55	2,40	2,60	насіння 200 кг	Вузькорядковим способом. Глибина загортання 3-5см
11	Коткування посівів	га	100	MT3-82	С-11 У ЗККШ-6А	34,10	20,53	1,80	2,93		Зразу після сівби
12	Приготування розчину гербіциду, інсектицидів, мікродобрив	т	30,14	MT3-82	МПР-3200	18,00	20,86	1,18	1,49	1,4л	Діален Супер 464 SL Аканто Плюс ФоліГрін Мікро
13	Транспортування розчину гербіцидів	т	30,14	MT3-82	ВР-3М	22,00	10,43	1,79	1,49	0,30т розчину	У фазі кушіння
14	Внесення гербіциду, фунгіциду, інсектициду, мікродобрива	га	100	MT3-82	BERTHOUD RAPTOR 4240	67,00	10,45	1,80	1,49	0,30т розчину	У фазі кушіння ячменю
15	Перше підживлення азотом (аміачна селітра): навантаження, перевезення, внесення	га	100	John Deere 8310	Amazone, TIR/trailer, manipulator(Транспортний засіб)	10,45	1,80	1,49	3,95	Добрив 1 ц	Фаза кушіння

	(N ₃₀)										
16	Внесення гербіциду, фунгіциду, інсектициду, мікродобрива	га	100	MT3-82	BERTHOUD RAPTOR 4240	67,00	10,45	1,80	1,49	0,3 т розчину	Фаза кушіння
17	Друге підживлення азотом (карбамід): навантаження, перевезення, внесення (N ₅₀)	га		John Deere 8310	Amazone, TIR/trailer, manipulator(Транспортний засіб)		10,45	1,80	1,49	Добрива, 1 ц	Фаза виходу в трубку
18	Внесення гербіциду, фунгіциду, інсектициду, мікродобрива	га	100	MT3-82	BERTHOUD RAPTOR 4240	67,00	10,45	1,80	1,49	0,3 т розчину	Фаза виходу в трубку Авіатор 235 ЕС ФоліГрін Мікро
19	Пряме комбайнування з подрібненням соломи	га	100	Claas Lexion650		13,60	102,94	9,60	7,35		
20	Транспортування зерна від комбайна	т.км	1500	КАМАЗ-5510				1,79	1,49		
21	Очищення та сортування зерна	т	300		Riela Prof-Seed 1004-A	119,00	52,94		2,52		
22	Сушіння зерна	т	300		Riela GDT 300/24/3	25,00	336,00		12,00		
23	Транспортування зерна в склад	т	290	КАМАЗ-5510				1,79	1,49		
24	Транспортування подрібненої соломи	т	300	MT3-82	ПТС-40	12,40	203,23	1,99	29,03		
25	Скиртування подрібненої соломи	т	300	MT3-82	ПФ-0,5	25,00	504,00	1,20	14,40		
РАЗОМ:							1506,82				

Додаток Б

Гранулометричний склад сірого лісового ґрунту

Назва ґрунту	Генетичні горизонти	Глибина відбору зразків	Розмір частинок у мм, кількість у %							Назва за гранулометричним складом
			Фізичний пісок			Фізична глина			Сума частинок < 0,01 мм	
			пісок		пил			мул		
			1-0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001		
Сірий лісовий крупнопилювато- легкосуглинковий	HE _{ор}	0–30	0,00	7,16	64,80	4,76	11,80	11,48	28,04	крупнопилювато- легкосуглинковий
	HE _{п/ор}	30–40	0,20	7,60	63,68	7,84	7,80	12,88	28,52	крупнопилювато- легкосуглинковий
	I _{he}	40–57	0,00	6,72	64,28	4,96	6,96	17,12	29,04	крупнопилювато- легкосуглинковий
	I	57–80	0,20	8,28	61,32	6,16	7,28	16,76	30,20	крупнопилювато- середньосуглинковий
	Pi	80–100	0,20	7,44	60,28	8,80	4,00	19,28	32,08	крупнопилювато- середньосуглинковий
	P _k	100–117	0,20	7,48	57,72	1,60	8,64	24,36	34,60	крупнопилювато- середньосуглинковий

Додаток В
Математична обробка даних врожайності ярого ячменю
за 2024 рік

Однофакторний дисперсійний аналіз

Одиниця вимірювання даних т/га
 Варіантів – 5, повторень – 3

Вихідні дані

Варіант	Середнє	Повторення		
1	3,18	3,15	3,21	3,18
2	3,55	3,48	3,52	3,64
3	3,90	3,98	3,90	3,83
4	4,40	4,35	4,41	4,45
5	4,95	4,97	4,87	5,01

Середня по досліді – 4,00 т/га

Таблиця дисперсій

Дисперсія	Сума квадратів	Степені свободи	Середній квадрат	F
Загальна	5,90	14		
Повторень	0,004	2		
Варіантів	5,86	4	1,46	311,99
Залишку	0,04	8	0,01	

Похибка середнього = 0,04 Похибка різниці середніх = 0,06

НІР = 0,14 т/га або 3,43%

Сила впливу фактора = 0,99

Точність досліді = 0,99% варіація даних = 16,24%

Додаток Г.2

Математична обробка даних врожайності ярого ячменю за 2025 рік

Однофакторний дисперсійний аналіз

Одиниця вимірювання даних т/га

Варіантів – 5, повторень – 3

Вихідні дані

Варіант	Середнє	Повторення		
1	2,87	2,86	2,90	2,84
2	3,08	3,00	3,09	3,15
3	3,62	3,57	3,60	3,70
4	4,10	4,04	4,12	4,15
5	4,60	4,54	4,63	4,62

Середня по досліді – 3,65 т/га

Таблиця дисперсій

Дисперсія	Сума квадратів	Степені свободи	Середній квадрат	F
Загальна	6,16	14		
Повторень	0,02	2		
Варіантів	6,12	4	1,53	1008,09
Залишку	0,01	8	0,01	

Похибка середнього = 0,02

Похибка різниці середніх = 0,03

НІР = 0,08 т/га або 2,13%

Сила впливу фактора = 0,99

Точність досліді = 0,62%

варіація даних = 18,15%

