

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

рівня вищої освіти – магістр

на тему: ОПТИМІЗАЦІЯ АЗОТНОГО ЖИВЛЕННЯ ЯЧМЕНЮ
ЯРОГО У ЗВ'ЯЗКУ З ЦІЛЬОВИМ ВИРОЩУВАННЯМ ЗЕРНА
В УМОВАХ ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО ПОДІЛЛЯ

Виконав студент VI курсу, групи АГ 61
спеціальності 201 «Агрономія»

Степан Харлинський

Керівник Юрій ОЛІФІР

Рецензент _____

Дубляни – 2024

Львівський національний університет природокористування

Факультет агротехнологій та екології
Кафедра агрохімії та ґрунтознавства

Рівень вищої освіти «Магістр»
Спеціальність 201 «Агрономія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри _____
(підпис)

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу
студенту

Степану Харлинському

канд. геогр. наук, доцент
наук. ступ., вч.зв.

Оксана ГАСЬКЕВИЧ
(ім'я і прізвище)

1. Тема роботи: Оптимізація азотного живлення ячменю ярого у зв'язку з цільовим вирощуванням зерна в умовах Тернопільського Поділля

Керівник кваліфікаційної роботи в.о. доцента кафедри агрохімії та ґрунтознавства **Юрій ОЛФІР**

Затверджені наказом по університету № 632/к.с від « 21 » 11 2023 р.

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи 1 грудня 2024 р.
3. Вихідні дані для кваліфікаційної роботи Системи удобрення ячменю ярого: 1) Контроль – без внесення добрив; 2) $P_{60}K_{60} + N_{60}$ (сульфат амонію); 3) $P_{60}K_{60} + N_{60}$ (карбамід); 4) $P_{60}K_{60} + N_{60}$ (аміачна селітра); 5) $P_{60}K_{60} + N_{30} + N_{30}$ (аміачна селітра). Вплив мінерального живлення на вміст поживних елементів у ґрунті, продуктивність культури. Ґрунт – темно-сірий опідзолений легкосуглинковий, ґрунтово-кліматична зона – Лісостеп.
4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які необхідно розробити)
- Вступ*
- Розділ 1. Вплив мінеральних добрив на формування урожаю ячменю ярого (огляд літератури)*
- Розділ 2. Умови та методика проведення досліджень*
- Розділ 3. Результати дослідження*
- Розділ 4. Охорона навколишнього природного середовища*
- Розділ 5. Охорона праці та захист населення*
- Висновки та пропозиції виробництву*
- Бібліографічний список*
- Додатки*
5. Перелік графічного матеріалу (подається конкретний перерахунок аркушів з вказуванням їх кількості)
- Ілюстративні таблиці за результатами досліджень – 14 шт., графіки гідротермічних умов, показників родючості ґрунту – 4 шт.*

6. Консультанти з розділів:

Розділ	Ім'я, прізвище, та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
З охорони навколишнього природного середовища	Петро ХІРІВСЬКИЙ , зав. кафедри екології та біології, доцент			
З охорони праці та захисту населення	Юрій Ковальчук , доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва			

7. Дата видачі завдання 20 лютого 2023 р.

Календарний план

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1	Полеві дослідження з вивчення впливу удобрення ячменю ярого на продуктивність та якість зерна в умовах Тернопільського Поділля	03.2023 – 08.2024 рр.	
2	Написання розділу 1. Огляд літератури	01.09.2023- 20.12.2024 рр.	
3	Написання розділу 2. Умови та методика проведення досліджень	01.08.2023- 30.09.2024 рр.	
4	Написання розділу 3. Результати дослідження	21.09.2023- 20.10.2024 рр.	
5	Написання розділу 4. Охорона навколишнього природного середовища	21.11.2023 – 30.12.2024 рр.	
6	Написання розділу 5. Охорона праці і захист населення, формування висновків, бібліографічного списку та додатків	01.09.2024- 28.11.2024 рр.	

Студент Степан ХАРЛИНСЬКИЙ
(підпис)Керівник кваліфікаційної роботи Юрій ОЛІФІР
(підпис)

РЕФЕРАТ

УДК 631.84: 633.16

Оптимізація азотного живлення ячменю ярого у зв'язку з цільовим вирощуванням зерна в умовах Тернопільського Поділля. – Кваліфікаційна робота. Кафедра агрохімії та ґрунтознавства – Дубляни, Львівський НУП, 2024 р.

85 с. текст. част., 14 табл., 4 рис., 74 джерел, 3 додатки.

У ґрунтово-кліматичних умовах Кременецького району Тернопільської області, на полі ТОВ «*****» (Дільниця *****) виконано дослідження з оптимізації систем азотного живлення ячменю ярого шляхом вивчення впливу різних форм азотних добрив на урожайність і якість зерна сорту РЖТ Планет на темно-сірих опідзолених ґрунтах Тернопільського Поділля для різного цільового використання зерна.

На підставі проведених дворічних досліджень встановлено, що застосування, на темно-сірому опідзоленому ґрунті аміачної селітри N_{60} у два прийоми (N_{30} у передпосівну культивуацію + N_{30} підживлення на початку виходу рослин у трубку) та аналогічної норми карбамідом забезпечило отримання найвищої врожайності зерна ячменю ярого на рівні 64,2 і 62,1 ц/га та з високим вмістом білка 12,1 і 11,9% зумовивши кормову спрямованість його використання.

Дослідження показали, що використання на фосфорно-калійному фоні ($P_{60}K_{60}$) аміачної селітри та сульфату амонію нормою N_{60} у передпосівну культивуацію забезпечило формування врожайності зерна ячменю ярого на рівні 59,2 і 58,1 ц/га з вмістом білка 11,3 і 11,1%, що відповідає вимогам пивоварного призначення і зумовлює отримання найвищого умовно-чистого прибутку 21694-23623 грн/га при рівні рентабельності 87,5-99,5 %.

Ключові слова: ячмінь ярий, азотні добрива, мінеральні добрива, цільове використання, урожайність, показники якості.

Key words: spring barley, nitrogen fertilisers, mineral fertilisers, intended use, yield, quality indicators.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА ФОРМУВАННЯ УРОЖАЮ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО (огляд літератури).....	9
1.1 Народно-господарське значення та біологічні особливості ячменю ярого	9
1.2 Вплив азотних добрив на урожайність та якість зерна ячменю ярого.....	13
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	21
2.1 Опис умов проведення польових досліджень.....	21
2.2 Аналіз метеорологічних умов років проведення досліджень..	22
2.3 Опис ґрунту дослідної ділянки	28
2.4 Методика проведення досліджень.....	32
2.5 Агротехніка вирощування ячменю ярого в досліді	36
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	37
3.1 Зміна кислотності темно-сірого опідзоленого ґрунту під ячменем ярим залежно від різних форм азотних добрив	37
3.2 Динаміка мінеральних форм азоту темно-сірого опідзоленого ґрунту під ячменем ярим.....	40
3.3 Динаміка агрохімічних властивостей темно-сірого опідзоленого ґрунту під ячменем ярим	45
3.4 Вплив різних форм азотних добрив на врожайність зерна ячменю ярого.....	48
3.5 Вплив різних форм азотних добрив на якість зерна ячменю ярого.....	50
3.6 Економічна ефективність вирощування ячменю ярого.....	54
3.7 Енергетична ефективність вирощування ячменю ярого.....	56

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРИРОДНОГО НАВКОЛИШНЬОГО	
СЕРЕДОВИЩА.....	59
4.1 Охорона землі.....	59
4.2 Охорона водних ресурсів	60
4.3 Охорона повітря.....	62
4.4 Охорона флори і фауни	62
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ.....	64
5.1 Аналіз стану охорони праці та цивільної оборони в господарстві.....	64
5.2 Покращення техніки безпеки, гігієни праці і пожежної безпеки при вирощуванні ячменю ярого.....	65
5.3 Захист населення від надзвичайних ситуацій	69
ВИСНОВКИ.....	71
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	73
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	74
ДОДАТКИ.....	82
ДОДАТОК А. Технологічна карта вирощування ячменю ярого.....	83
ДОДАТКИ Б. Статистичний аналіз даних врожайності ячменю ярого, 2023 р.....	84
ДОДАТКИ В. Статистичний аналіз даних врожайності ячменю ярого, 2024 р.....	85

ВСТУП

Актуальність дослідження. Однією із найважливіших культур різностороннього використання є ячмінь ярий який займає основне місце в групі зернових культур. Основне значення при вирощуванні ячменю ярого на ті чи інші цілі набуває технологія вирощування культури, і зокрема – встановлення екологічно безпечної, економічно обґрунтованої системи удобрення, що дозволяє створити оптимальні умови для росту та розвитку рослин, тим самим забезпечуючи формування високої врожайності зерна із заданими характеристиками його якості.

Успішне вирішення цієї проблеми передбачає не лише збільшення врожайності зерна ячменю, а й значне поліпшення його якості, залежно від цілей використання. Одним з основних факторів, що сприяють підвищенню врожайності зернових культур в умовах інтенсивного землеробства є раціональне застосування добрив. Серед яких основним фактором підвищення врожайності та покращення якості зерна сільськогосподарських культур який активно використовується в сучасному сільському господарстві є азот. Однак ефективність використання його зерновими культурами, в тому числі ячменем ярим, стає дедалі важливішим через фінансові та екологічні витрати на внесення азотних добрив.

Мета досліджень – оптимізувати систему азотного живлення ячменю ярого сорту РЖТ Планет шляхом вивчення впливу різних форм азотних добрив на урожайність і якість зерна для різного цільового використання на темно-сірих опідзолених ґрунтах Тернопільського Поділля.

Завдання досліджень. Для досягнення поставленої мети дослідженнями передбачалося вирішення наступних завдань:

- вивчити вплив різних форм азотних добрив на кислотність та агрохімічні властивості темно-сірого опідзоленого ґрунту;

- дослідити вплив азотних добрив на динаміку різних форм азоту темно-сірого опідзоленого ґрунту;
- встановити продуктивність і якість урожаю ячменю ярого залежно від різних форм азотних добрив;
- провести аналіз економічної й енергетичної ефективності оптимізації азотного живлення ячменю ярого;

Об’єкт досліджень – процеси в темно-сірому опідзоленому ґрунті залежно від різних форм азотних добрив, сорт ячменю ярого РЖТ Планет.

Предмет дослідження – морфологічна будова, фізико-хімічні та агрохімічні властивості темно-сірого опідзоленого ґрунту, врожайність і якісні показники ячменю ярого.

Методи дослідження: польовий, вимірювально-ваговий, математично-статистичний, лабораторно-аналітичні, розрахунково-порівняльний.

Наукова новизна отриманих результатів. В умовах Тернопільського Поділля на темно-сірому опідзоленому легкосуглинковому ґрунті встановлено та агроекономічно обґрунтовано доцільність застосування різних форм азотних мінеральних добрив, що забезпечують високу врожайність та відповідну якість зерна ячменю ярого сорту РЖТ Планет для різного цільового використання.

Практичне значення одержаних результатів. На основі отриманих результатів польових та лабораторних досліджень надано агрохімічне обґрунтування та економічну оцінку оптимізації азотного живлення ячменю ярого сорту РЖТ Планет з різним цільовим вирощуванням зерна в умовах Тернопільського Поділля.

РОЗДІЛ 1

ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА ФОРМУВАННЯ УРОЖАЮ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1 Народно-господарське значення та біологічні особливості ячменю ярого

Важливу роль у вирішенні зернової проблеми України відіграє ячмінь ярий (*Hordeum vulgare L.*). Завдяки своєму поліморфізму і здатності пристосовуватись до різних ґрунтово-кліматичних умов ячмінь є однією з найпоширеніших та найважливіших зернових культур світу [53]. За посівною площею і врожайністю серед зернових культур у світовому землеробстві ячмінь займає четверте місце після пшениці, рису та кукурудзи. У Європі ячмінь є другою провідною зерновою культурою для прохолодного клімату після пшениці [70]. В Україні до початку війни загальна посівна площа його становила 3,3-4,8 млн. га і ячмінь був також другою зерновою культурою після пшениці [37, 66].

В умовах Західного регіону України серед зернових культур важлива роль власне належить ячменю ярому як продовольчій, зерно-фуражній і технічній культурі. Крім того, він основна сировина для пивоваріння [9].

Зерно ячменю ярого є цінним кормом для домашніх тварин і птиці. За поживністю один його кілограм дорівнює 1,2 кормової одиниці і містить 80 г перетравного протеїну. За кормовою цінністю ячмінь ярий значно переважає зернові культури (пшеницю і кукурудзу) через амінокислотний склад його білка який є більш збалансований, особливо за лізином. Так, в білку зерна частка лізина складає: у ячменя – 3,4, пшениці – 2,3, кукурудзи – 2,9%. Також білки ячменю містять більше незамінних амінокислот.

Використовується зерно ячменю ярого також для виробництва круп та борошна. Продовольча цінність зерна ячменю, як і інших колосових культур, залежить в першу чергу від його хімічного складу – вмісту білка, вуглеводів, мінеральних солей та вітамінів. За цими показниками ячмінь переважає

кукурудзу та овес [43].

Також зерно ячменю ярого на відміну від зерна пшениці ярого багате на інші хімічні поживні речовини, які власне забезпечують значну цінність ячменю як корисного продукту різного функціонального харчування [18].

До хімічного складу зерна ячменю ярого входить значна кількість крохмалю, білків, клітковини та амінокислот, власне через це він дуже корисний для здоров'я людини. Крім того, ячмінь багатий також на різні важливі вітаміни А, Е, D, групу В та потрібні мікроелементи – кальцій, калій, йод, магній, залізо, кремнієву кислоту, нікель, цинк, манган, бром [18].

Харчова цінність ячменю ярого визначається не лише кількістю білка, але і його амінокислотним складом. Для організму людини повноцінними вважаються білки, що мають незамінні амінокислоти – лізин, триптофан, лейцин, ізолейцин, треонін, метіонін, валін, фенілаланін, аргінін і гістин.

З ячменю виготовляють ячмінну і перлову крупу, які містять багато білка і цукру, але за смаковими якостями поступаються рисовій і гречаній.

Ячмінна солома є добрим кормом для великої рогатої худоби. За кормовими якостями вона перевищує солому інших злаків (1 кг містить 0,3 кормової одиниці і 13 г перетравного протеїну). У 100 кг ячмінних висівок міститься 10,3 кг перетравного білка, 70,7 кг кормових одиниць.

Додатковим резервом кормів є відходи пивоварної промисловості – сушена пивна дробина, пил, солодові ростки. Сушені пивні дріжджі – білковий (52,5% протеїну) і вітамінний корм. Вони мають дієтичні властивості, легко перетравлюються, містять багато фосфору. Це особливо добрий корм для молодняка.

Білки зерна ячменю ярого власне визначають основні поживні властивості кормового та харчового ячменю і тим самим вони впливають значно на солодові характеристики пива [58].

Зерно ячменю ярого є основною сировиною пивоварної промисловості: солод для виготовлення пива одержують тільки з нього. При визначенні якості пивоварного ячменю важливим є хімічні та технологічні показники.

Важливим показником ячменю як пивоварної сировини є вміст білка в зерні. Зерно ячменю містить від 8 до 30% білка у відсотках від загальної маси. Цей білок синтезується в ендоспермі та алейроновому шарі під час розвитку зерна і накопичується під час наливу зерна. Власне кількість білка використовується для прогнозування солоду і, отже, якості пивоваріння [55]. Для правильного бродіння і повноти смаку пива необхідна певна кількість білка. Нормальний вміст білка в зерні повинен становити 10-11%, крохмалю – 62-65%, екстрактивність – 78-82%.

Згідно з чинним ДСТУ 3769-98 найважливішими вимогами до зерна ячменю ярого, яке використовується для пивоваріння повинно мати належну крупність і вирівняність (70-85%), містити меншу кількість білка (9-12%), а крохмалю навпаки – більше (60-70%), та забезпечувати високий відсоток екстрактивності солоду (78-89%) [16].

Із зерна, в якому знаходиться менше 8% білка, пиво виготовляється малопінистим. З високим вмістом білка ячмінь є менш придатний для пивоваріння, через те, що погано та важко переробляється в солод і не може забезпечити хорошого пива, яке б довго зберігалось. Високий вміст білка у ячмені є також причиною помутніння пива. Також високобілкові ячмені підвищують собівартість пива, тому що при більшому вмісті білка – менше крохмалю, який є основною екстрактивною речовиною, внаслідок чого зменшується загальний вихід пива.

На даний момент на сорти ячменю ярого, придатні для приготування солоду в пивоварному виробництві відчутно збільшився попит і їх не вистачає на ринку. Це відбувається через те, що ціни на пивоварний ячмінь є набагато вищі тому вирощувати його вигідніше. Також слід зазначити, що в зерні з південних регіонів які характеризуються сухішим кліматом, вищими температурами повітря і кращими родючішими ґрунтами багатими на азот вміст білка значно збільшується [37].

Ячмінь ярий – вимоглива також до ґрунту культура, що зумовлюється в першу чергу біологічними його особливостями. В нього слабше ніж в інших

хлібних злаків, розвинена коренева система і тому він потребує більше поживних речовин у легкозасвоюваній формі. Найбільш придатними для його вирощування ґрунтами є глибокі та опідзолені чорноземи, темно-сірі опідзолені та сірі лісові. Менш придатні для ячменю ярого перезволоженні низькородючі дерново-підзолисті поверхнево оглеєні ґрунти переважно Передкарпаття і також супіщані легкі ґрунти Полісся які характеризуються переважно підвищеною кислотністю.

Ячмінь ярий економніше порівняно із іншими злаковими культурами витрачає вологу на утворення одиниці сухої речовини, але через слабкий розвиток кореневої системи весняну посуху переносить погано. Недостатня кількість вологи гальмує появу сходів і призводить до їх зрідження. Багато води він витрачає у фазі кушення і особливо при виході в трубку. Нестача її в цей період негативно впливає на розвиток рослин. Але найбільш вимоглива ця культура до вологи під час цвітіння. Посушливі умови в цей період призводять до безплідності пилку, а в кінцевому результаті – до зниження врожаю.

Ячмінь – маловимогливий до тепла. Насіння його може проростати при температурі 1-2°C. При 4°C сходи з'являються через 12 днів, при 15°C – через 7. Рослини витримують значні приморозки до 4-5°, а іноді й до 6-9°C [23].

Для успішного проходження фази кушіння важливе значення мають ранньовесняні прохолодні і помірно теплі дні. Під час виходу в трубку не бажане різке підвищення температури, бо за цих умов скорочується період стеблоутворення і тому формуються короткі стебла. До цвітіння необхідна температура не менша 16°, а для дозрівання 18°C.

На сьогодні поки що повною мірою виробництво ячменю ярого не задовольняє потреби у високоякісному продовольчому, пивоварному та фуражному зерні. Головними суб'єктивними причинами низької врожайності у виробництві є сівба після гірших попередників, недостатнє внесення мінеральних добрив і недосконале формування сортового складу [37].

Саме тому, стабілізація виробництва зерна ячменю ярого у сфері

вітчизняного агропромислового виробництва нерозривно пов'язана із вирішенням проблеми забезпечення надійного балансу продовольчого і фуражного зерна [38].

Проте високий врожай ячменю ярого належної якості можна одержати лише при застосуванні правильної агротехніки стосовно біологічних особливостей сортів. Тому в кожній ґрунтово-кліматичній зоні поряд з широким впровадженням у виробництво нових сортів необхідно системою агротехнічних заходів, в тому числі внесенням азотних добрив, впливати на ріст і розвиток рослин та формування врожаю.

1.2 Вплив азотних добрив на урожайність та якість зерна ячменю ярого

У комплексі різних важливих агротехнічних заходів, які власне забезпечують достатньо високі і стабільні врожаї ячменю ярого, важливе значення має внесення відповідних мінеральних добрив. Власне при правильному їх підборі і застосуванні підвищується урожай його за рахунок збільшення кількості продуктивних стебел, зерен у колосі та їх ваги. Мінеральні добрива підвищують не тільки врожай зерна ячменю ярого, але й змінюють його якість.

У Західному регіоні України висока ефективність добрив пояснюється тим, що переважна більшість ґрунтів малородючі, при цьому тут випадає достатня кількість опадів, внаслідок чого добрива легко зчиняються та засвоюються рослинами [35].

Норми внесення мінеральних добрив регулюються у кожному господарстві. Вони залежать від попередньої культури та агротехніки її вирощування, типу ґрунту тощо. На стабільність і врожайність зерна ячменю впливає кілька факторів, таких як кліматичні умови, внесення добрив і різні сорти ячменю [57].

Найсильнішим чинником інтенсифікації сільськогосподарського виробництва є застосування добрив, адже від внесення їх отримують близько 50% прибавки врожаю. За іншими даними частка врожаю, що формується за рахунок добрив, може досягати 23-70% [36]. Також від добрив не лише рівень урожайності ячменю ярого залежить, але серед інших елементів сортової агротехніки вони займають найбільш вагоме місце яке визначає якість зерна та напрями його використання [32].

Ячмінь ярий добре реагує на післядію добрив, особливо органічних, які були внесені під попередник – просапні. Однак вони не повністю забезпечують потреби рослин в елементах живлення. Тому під ячмінь ярий слід вносити мінеральні добрива з врахуванням різних ґрунтових відмін поширених на полі, вмісту в них основних елементів живлення та особливостей біологічних кожного сорту [11].

Мінеральні добрива поліпшують також кормову цінність ячменю ярого – збільшують загальний збір протеїну і кормових одиниць. На пивоварну якість зерна позитивно впливають калійні добрива: підвищують вміст крохмалю та екстрактивність.

Численні польові дослідження із застосуванням мінеральних добрив свідчать, що їх використання сприяє збільшенню виробництва високоякісної сільськогосподарської продукції та дає змогу поряд зі збільшенням її валових зборів зменшити на 30-50% її собівартість [41]. Однак дози мінеральних добрив за всіма біогенними елементами повинні відповідати раціональному збалансованому живленню сільськогосподарських культур з обов'язковим врахуванням екологічних наслідків застосування їх [12].

Серед всіх елементів мінерального живлення визначальний вплив на величину урожайності та вміст білка в зерні ячменю має азот, оскільки він входить до складу амінокислот і білків, суттєво впливаючи на метаболічні процеси в рослинах [57]. Застосування цього елемента живлення у вигляді

добрив суттєво впливає на врожайність зерна, його хімічний склад і якість в цілому [62].

Використання зерна ячменю ярого на кормові, продовольчі або технічні цілі багато в чому пов'язане з проблемою азоту, вибором його доз та форм .

Оптимізація ефективності використання азоту має важливе значення для сталого сільського господарства, особливо в селекційних програмах для підвищення врожайності ячменю [44].

Важливим фактором продукційного процесу ячменю ярого є забезпеченість рослин азотом. Найінтенсивніше сполуки азоту засвоюються ячменем ярим протягом досить невеликого періоду – від фази кушіння до фази колосіння (25-30 діб), власне за цей час у рослини надходить всього азоту 40-45%, що потім виноситься потім з урожаєм [2].

Сталий розвиток сільського господарства вимагає розробки раціональних заходів щодо використання азотних добрив, щоб зменшити кількість застосовуваних азотних добрив, зберігаючи при цьому стабільні врожаї та мінімізуючи екологічні ризики. кількість азотних добрив для досягнення вимог щодо якості зерна в умовах зміни клімату [63].

Адже відомо, що внесення занадто низьких доз азотних добрив призводить до зниження врожайності зерна, або отримання низької його якості яка не відповідає призначенню. Так само занадто високі дози мінерального N можуть негативно вплинути як на врожайність, так і на якісні параметри зерна ячменю, особливо для пивоварної промисловості через високий вміст білка в зерні [69].

Підвищення стійкості ячменю ярого до низького вмісту азоту підвищує врожайність та якість ячменю [51]. Тому, оптимальна норма внесення азоту є важливою для запобігання затримці росту рослин і зниження врожайності

Покращення азотного живлення ячменю ярого збільшує продуктивне кушіння та площу листків рослин, за рахунок чого й відбувається підвищення врожаю. Надлишкове азотне удобрення збільшує вміст азоту у вегетативних органах, а потім і в зерні, що, у свою чергу, у багатьох випадках погіршує власне пивоварні якості зерна.

Сучасні інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських культур переважно передбачають застосування високих норм мінеральних азотних добрив. Найбільш оптимальним варіантом у землеробстві щодо застосування азотних добрив є використовувати їх для живлення сільськогосподарських культур, а не для удобрення ґрунту [6]. Саме тому із збільшенням кількості внесених під ячмінь ярий мінеральних добрив все більш актуальною стає завдання раціонального їх використання.

В останні десятиліття висока продуктивність рослин ячменю ярого була пов'язана зі значним збільшенням застосування азоту у всьому світі. Багато фермерів застосовують різні форми азотних добрив, щоб забезпечити вищі врожаї. За даними FAO, застосування азотних добрив для сільськогосподарського виробництва зросло більш ніж у вісім. Це означає, що надмірна норма внесення азоту разом із низькою ефективністю використання азоту може мати несприятливі наслідки, включаючи підкислення ґрунту, забруднення, негативний вплив на мікробну активність ґрунту та токсикологічні наслідки для екосистем [46, 73].

Також надмірне внесення азотних добрив у системах вирощування зернових культур значно збільшує вартість сільськогосподарського виробництва, а також призводить до великих втрат азоту в навколишньому середовищі через випаровування NH_3 , денітрифікацію (N_2O) і вилуговування NO_3 [63]. Тим самим призводячи до серйозного погіршення якості повітря та води через збільшення викидів парникових газів та евтрофікацію [64, 68].

Крім того, мінеральні добрива, в тому числі особливо азотні, також мають великий вплив на кислотність ґрунту. Ці речовини можуть змінювати

pH ґрунту залежно від їх молекулярної структури та фізико-хімічних властивостей [50]. Процес також часто посилюється перетворенням нітратів на кислі хімічні речовини [74]. Сполуки амонію також можуть піддаватися бактеріальному перетворенню [54], що призводить до вивільнення іонів водню і, таким чином, посилює підкислення. Проте слід зазначити, що вплив азотних добрив на pH ґрунту різний і залежить від розподілу опадів і температур, типу та основного pH ґрунту, а також від способу внесення, норм і виду внесення добрив [72].

Азотні добрива крім впливу на ріст, розвиток, продуктивність ячменю ярого також мають вагоме значення власне на формування пивоварної якості зерна [19].

Одним із факторів, які впливають на високу віддачу є час їх внесення. Високі дози мінерального N також можуть негативно впливати на врожайність зерна. Це може бути пов'язано з виляганням у полі [44], а також зерно з високим вмістом білка при виробництві пива є небажаним [8].

Результати досліджень [60] показали, що із збільшенням рівня азоту підвищувалася врожайність зерна пивоварного ячменю, концентрація азоту в зерні та соломі, вміст білка в зерні, маса 1000 зерен і пухкість ядра, але норми азоту не впливали на масу в гектолітрах. На врожайність зерна та масу в гектолітрах впливали сезонні умови дослідження. Застосування азоту понад 48 кг/га не призвело до збільшення чистого прибутку, а замість цього збільшило собівартість продукції.

Пріоритетним завданням технологічного характеру є максимальне забезпечення потенціалу продуктивності та якості сучасних сортів ячменю. Особливо, якщо враховувати, що з підвищенням урожайності досягти кращої якості важче [8].

У дослідженнях [49] показано, що оптимізація такого компромісу (врожайність проти якості) досягається шляхом зміни агротехнічного менеджменту, такого як дата сівби, норма добрива та густота рослин. Однак

оптимальної кількості азоту певною мірою важче досягти на ярому ячмені, оскільки його норма впливає на концентрацію азоту в зерні. Експериментальні дані в таких середовищах показують, що норма внесення азоту має більший вплив на азот зерна, ніж час [59].

У дослідженнях Паламарчук В.Д. та Колісник О.М. проведених на сірих лісових середньосуглинкових ґрунтах показано, що від застосування підживлень азотними добривами істотно залежала урожайність різних сортів ячменю ярого. Найвищий приріст (1,96 т/га) порівняно із контролем без добрив урожайності зерна сортів ячменю ярого було отримано на варіанті із застосуванням підживлення аміачною селітрою нормою N_{60} [33].

Дослідженнями Барат Ю.М. показано, що застосування самих фосфорно-калійних добрив практично не впливало на підвищення врожайності сортів ячменю ярого. А власне застосування азотних добрив на їх фоні збільшувало врожайність зерна. Найбільша врожайність ячменю ярого формувалася за внесення $N_{90}P_{60}K_{60}$, а підвищення азотних добрив до N_{120} не мало переваг. А якість зерна ячменю ярого поліпшувалася взагалі за дози мінерального живлення $N_{60}P_{60},K_{60}$ [3].

Діагностика живлення рослин та динаміка азотного режиму ґрунту є постійно невід'ємною складовою землеробства сучасного. Зараз вона використовується для вирішення найважливіших проблем збереження родючості ґрунту, охорони навколишнього природного середовища, підвищення ефективності застосування добрив та покращення якості сільськогосподарської продукції [13].

Після внесення в ґрунт азот мінеральних добрив під впливом хімічних, фізико-хімічних, біологічних процесів вступає у різні реакції та перетворюється в рухомі доступні мінеральні сполуки: нітрати та амоній обмінний. Мінеральний рухомий азот у ґрунті не залишається тривалий час у вільному стані, через те що невикористана рослинами частина добрив переходить у важкорозчинні добрива [29].

В ґрунті азот знаходиться під впливом протилежних постійних процесів акумуляції, тобто зв'язування в утворені знову органічні азотисті сполуки та їх мінералізацію і розкладання. Сумарний власне результат даних процесів і визначатиме його загальний вміст у складі мінерального азоту та органічних речовин в ґрунті [13].

Через нові виклики, пов'язані з економічними та екологічними проблемами, для розробки нових практик із застосуванням нижчих рівнів азотних добрив необхідні більш стійкі сільськогосподарські стратегії. Одна з цих цілей полягає в максимізації ефективності використання азоту сільськогосподарськими культурами як бажаного сталого рішення як економічних, так і екологічних проблем [52].

Ячмінь ярий добре реагує на післядію раніше внесених добрив. Однак вони не можуть повністю забезпечити потреби рослин в потрібних елементах живлення. Тому під ячмінь ярий слід вносити мінеральні добрива з врахуванням наявних ґрунтових відмін, кількості в них доступних елементів живлення та власне біологічних особливостей сортів.

Саме тому важливою необхідністю сучасної аграрної науки є вирішення проблеми раціонального азотного живлення практично всіх сільськогосподарських культур, в тому числі ячменю ярого [6].

Трансформація азоту в ґрунті є складним процесом у якому важливу роль відіграє мікробна популяція ґрунту яка може регулювати потенціал мінералізації азоту, нітрифікації та денітрифікації [74].

Рух води в ґрунті залежить від текстури ґрунту, яка відіграє важливу роль у регулюванні вимивання нітратів. Як правило, піщані ґрунти більш схильні до ризику вимивання, ніж мулисті або глинисті ґрунти, з коефіцієнтом втрат від вимивання 5:1 для мулистого суглинкового ґрунту порівняно з глинистим суглинковим ґрунтом [48].

У дослідженнях [45] показано, що глибоке внесення добрив виявилось найефективнішим методом, що підвищує врожайність, економічні вигоди та

ефективність використання азоту. Цей метод ефективно управляє азотом у ґрунті, підтримуючи баланс між рівнями амонію та нітратів, зменшуючи втрати азоту через такі процеси, як випаровування та денітрифікація, а також підтримує оптимальний ріст рослин, підкреслюючи його потенціал для ширшого використання в стійких сільськогосподарських практиках.

Селекція ярого ячменю в Україні та Західній Європі, головним чином спрямована на підвищення врожайності та якості зерна через збільшення ефективності використання азоту [47]. Саме тому оптимізація ефективності використання азоту має важливе значення для сталого сільського господарства, особливо в селекційних програмах для підвищення врожайності ячменю [44].

Таким чином, те, що може позитивно впливати на врожайність зерна, може бути поганим для якості зерна. У ячмені важливість концентрації N у зерні широко відома. Хоча відсоток білка є лише одним із кількох показників, пов'язаних із якістю солоду, коливається від 8,5% до 12,5%, це найважливіша вимога солодової промисловості. Оскільки підвищення врожайності ячменю пов'язане зі зниженням концентрації N у зерні, все ще добре відомо, що для отримання високоякісного пивоварного ячменю часто потрібно додавати додаткові азотні добрива у відповідний час [56].

За останні 50 років застосування синтетичних азотних добрив на сільськогосподарських угіддях призвело до різкого збільшення врожайності, але зі значним негативним впливом на навколишнє середовище [56]. Тому необхідні нові рішення для одночасного підвищення врожайності при збереженні або, бажано, зменшенні внесеного азоту, щоб максимізувати ефективність використання азоту культурами.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Опис умов проведення польових досліджень

Польові дослідження проводились протягом 2023-2024 років в польовому досліді, який закладено на полі господарства ТОВ «*****» (Дільниця *****) Кременецького району Тернопільської області. Розташоване господарство в с. ***** та входить до Кременецької міської територіальної громади, Кременецького району, Тернопільської області. Віддаль до обласного центру – м. Тернопіль – 57 км, до м. Кременець – 15 км. Сполучення – асфальтована шосейна дорога.

ТОВ «*****» було засноване в 2008 році та спеціалізується на вирощуванні зернових, зернобобових та олійних культур. Основними сільськогосподарськими культурами є: пшениця озима, ріпак озимий, кукурудза, ячмінь ярий та озимий, соя, соняшник. Станом на 2024 рік у землекористуванні господарства знаходиться 5170 гектарів орних земель.

У структурі посівних площ переважає пшениця озима, кукурудза (на зерно та зелену масу), ріпак озимий, соя, ячмінь ярий та озимий. Культури вирощують за інтенсивною технологією. Урожайність пшениці становить 70-80 ц/га, ячменю ярого – 50-60 ц/га, а озимого – 60-70 ц/га, сої – 40-45 ц/га, ріпаку озимого 4,5-5,0 ц/га. Насінництво господарства представлено такими сортами і гібридами: пшениця озима – РЖТ Реформ, DSV Патрас, DSV Артїст; ячмінь ярий – РЖТ Планет; ячмінь озимий – Люсьєн, Себастьян; соя – Віола, Алельфія; ріпак озимий – ПХ128 Brevant Піонер.

Згідно удосконаленої схеми фізико-географічного районування України та Тернопільської області відповідно, дослідна ділянка знаходилася в Зоні широколистяних лісів, Західноукраїнському краї, Середньоподільській височинній області у Кременецькому районі.

У геоморфологічному відношенні дослідна ділянка, на якій було закладено дослід знаходиться в межах Волинсько-подільської області

пластово-денудаційних височин, підобласті Подільська структурно-денудаційна височина на неогенових і крейдових відкладах та приурочена до геоморфологічного району Гологоро-Кременецьке структурно-денудаційне сильнорозчленоване горбогір'я.

2.2. Аналіз метеорологічних умов років проведення досліджень

У світлі прогнозованих змін у кліматичних моделях і мінливості існує потреба у покращенні розуміння того, як ґрунт, рослини та погода впливають на поглинання азоту, врожайність і якість зерна, а також економічну доцільність [59].

Ячмінь ярий є досить вимогливий до кількості вологи [23]. Екологічні умови для вирощування ячменю ярого в північно-західному регіоні Європи з великою кількістю опадів можуть значно вплинути на його урожайність та особливо якість зерна.

Також для формування належного врожаю ячменю ярого надзвичайно важливий є температурний фактор який необхідно враховувати для моделювання прогнозованої діяльності отриманого врожаю належної якості [42].

Згідно досліджень Шкурко В.С., кліматичними факторами найважливішими які мають найбільший вплив на урожайність та якість зерна ячменю ярого та які потрібно обов'язково використовувати з метою прогнозування рівня врожаю, є опади весняно-літні та кількість днів у квітні місяці з температурами нижче 0°C [42].

Відомо, що на урожайність та якісні показники зерна (хімічний склад, розмір) ячменю ярого крім технології вирощування суттєво впливають також ґрунтово-кліматичні умови: підвищення температури повітря від фази сходів до кущення та при самому наливі зерна сприяють кращому накопиченню білка високої якості. Сприятливе стабільне забезпечення вологою без значного підвищення температури повітря дозволяє отримати більш крупніше зерно з вмістом крохмалю вищим [34].

Дослідна ділянка розташована у межах Тернопільського Поділля. Клімат на території дослідження помірно-континентальний з коливанням невеликим діапазону температур за різними сезонами року та характеризується помірною зимою із випаданням достатньої кількості опадів та неспекотним літом.

Клімат переважно формується під впливом радіаційних умов, циркуляції повітряних континентальних та океанічних повітряних мас. Вони поширюються у вигляді переважно циклонів із Атлантичного океану. Також океанічні маси влітку зумовлюють опади, хмарність, призводять до зниження температури повітря, а взимку спричиняють снігопади. З даними повітряними океанічними масами також переважно пов'язані південно-західні та західні вітри. А східні антициклони спричиняють суху і достатньо холодну погоду в зимовий період.

Активна діяльність циклонів в межах Поділля зумовлює достатньо велику кількість опадів (650-700 мм за рік) які випадають переважно нерівномірно. Найменша кількість опадів (25-30%) випадає в взимку, а більша кількість (70-75 %), переважно випадає в теплий період року в який часто бувають проливні зливи, грози, град.

Середньорічна температура повітря становить $8,3^{\circ}\text{C}$. Сума активних (вище 10°C) температур за рік в середньому становить 2520°C . Тривалість безморозного періоду приблизно 162 дні. Абсолютний максимум температур повітря не перевищує $+37^{\circ}\text{C}$. Абсолютний температурний мінімум – -30°C . Середня температура найхолоднішого місяця (січня) – $3,6^{\circ}\text{C}$, найтеплішого (липня) $+21,0^{\circ}\text{C}$.

Переважно перші заморозки осінні у межах Тернопільського Поділля починаються у першій половині жовтня, а в окремі роки можуть бути значно раніше – у другій декаді вересня. Весняні приморозки можуть бути довго та закінчуються в травні переважно в першій декаді, хоча в окремі роки можуть бути ще в кінці даного місяця.

Метеорологічні умови (показники температури та кількості опадів) за проведені роки дослідження в мовах Тернопільського Поділля мали певні свої особливості порівняно з середньобогаторічними показниками на є наведені в табл. 2.1. та представлені на рисунках (рис. 2.1, рис. 2.2.).

Таблиця 2.1

Середньомісячна температура повітря (С°) і атмосферні опади (мм) за даними Гідромеліоративного посту спостережень впродовж періоду проведення досліджень (за даними метеопоста м. Кременець)

Роки	Місяці											
	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	<i>V</i>	<i>VI</i>	<i>VII</i>	<i>VIII</i>	<i>IX</i>	<i>X</i>	<i>XI</i>	<i>XII</i>
Температура повітря, °С												
2023	2,4	0,7	4,9	8,0	13,9	17,3	20,1	21,6	17,9	12,0	4,5	1,7
2024	-1,0	6,1	5,8	11,9	16,2	19,9	21,9	21,1	17,8	9,7		
Середня багаторічна норма	-4,7	-3,4	0,8	7,9	13,9	17,1	18,1	16,9	13,3	8,3	9,4	6,2
Опади, мм												
2023	40	23	95	98	35	77	119	46	12	63	51	53
2024	92	36	25	71	26	60	62	19	57	64	18	
Середня багаторічна норма	35	37	39	49	74	83	90	69	52	39	43	45

Погодні умови за час проведення досліджень у 2023 – 2024 рр. мали свої незначні особливості. У грудні-січні відзначено достатню кількість опадів та доволі високі середньо-декадні температури повітря, що позитивно вплинули на ріст, розвиток та добру перезимівлю пшениці озимої.

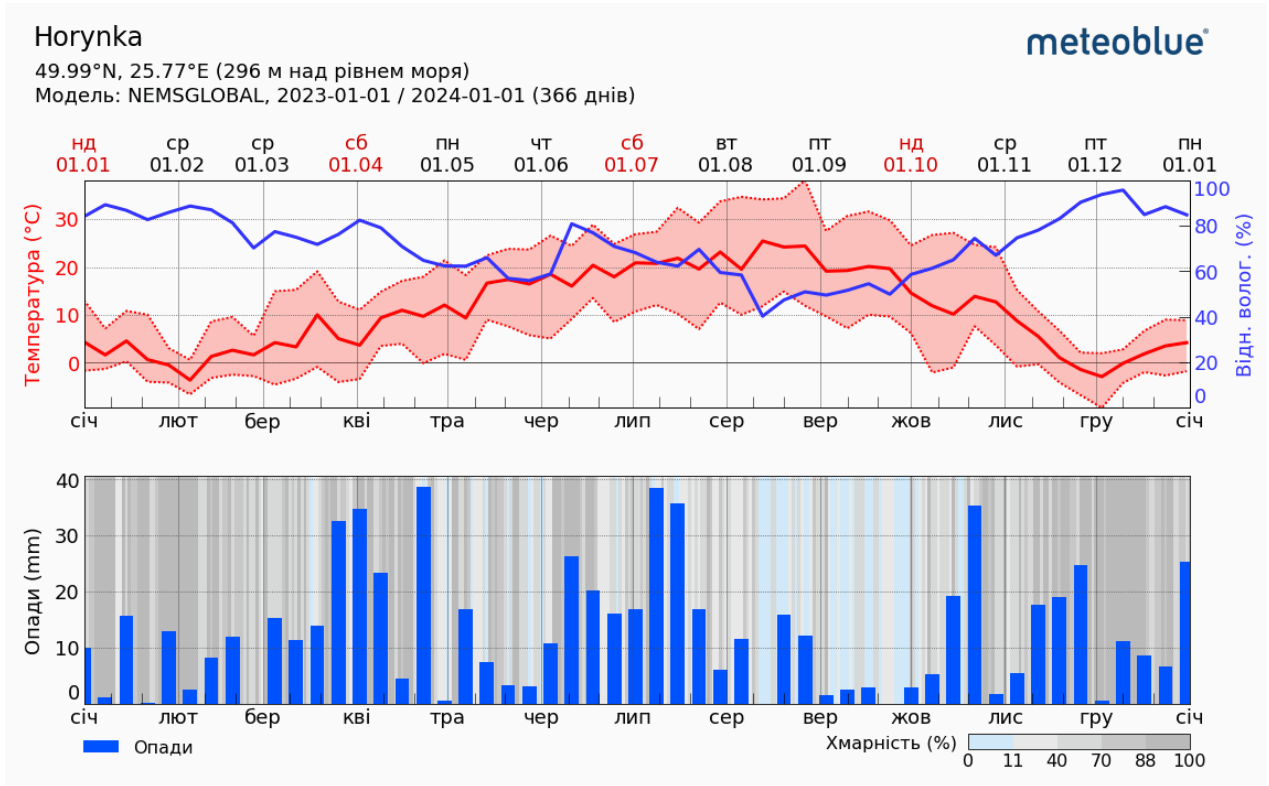
Температурний режим зимових місяців 2023 р. та березня також відзначався вищими показниками стосовно багаторічних даних при достатній кількості опадів, що сприяло добрій перезимівлі рослин та позитивно вплинуло на врожайність.

У весняний період 2023 р. (березні, травні) відзначено достатньою кількістю опадів під час посіву та сходів ярих культур., що позитивно відобразилось особливо на розвитку ячменю ярого. Квітень місяць характеризувався навпаки різким зростанням кількості опадів до 98,0 при нормі 49,0 мм. В період трубкування – колосіння, коли відбувалось формування репродуктивних органів зернових культур, метеорологічні умови були задовільними.

Літні місяці 2023 р. характеризувалися підвищенням температурного режиму та більшою кількістю допустимих норм атмосферних опадів: у червні випало 77,0 мм, липні 119,0 мм проти норми відповідно 83,0 і 90,0 мм. Температура повітря протягом періоду вегетації ячменю ярого у всіх місяцях була вищою середньобагаторічної норми в середньому на 2,0-4,7°C. Такі погодні умови виявились недостатньо комфортними для дозрівання ярих культур, що частково призвело до недобору врожаю зерна в даному році.

Початок вегетаційного періоду 2023-2024 рр. за рівнем зволоження виявився перенасичений опадами у вересні місяці 57,0 мм за норми 52,0 мм. У подальші осінні місяці відзначено також надмірна кількість опадів особливо у жовтні 64,0 мм, при нормі 39,0 мм. Також слід відзначити, що протягом осінніх місяців температура повітря була також вище середньобагаторічної норми. Особливо теплим був вересень із середньою температурою повітря 17,8°C, що на 4,5°C вище за середньобагаторічну норму 13,3°C.

a)



б)

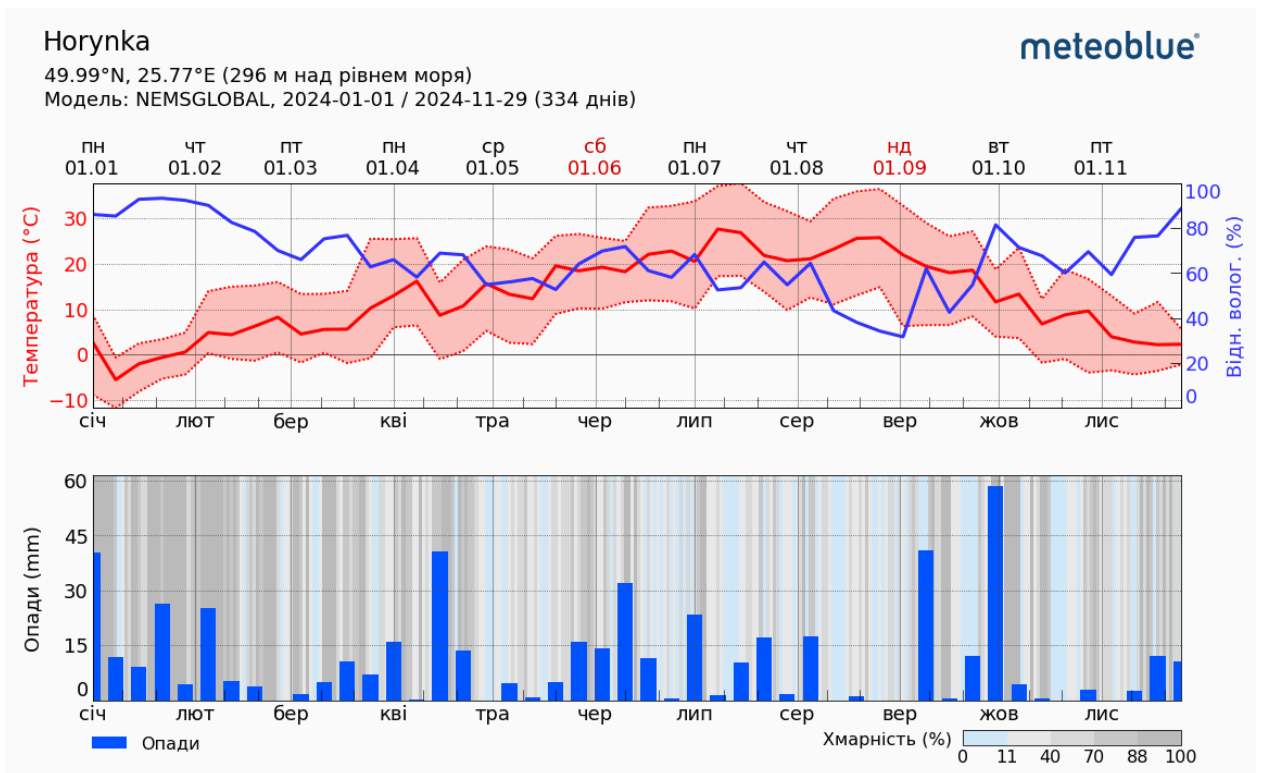


Рисунок 2.2 Метеорологічні показники температури та кількості опадів за 2023 рік (а) та 2004 (б) (за даними meteoblue)

У грудні-січні відзначено достатню кількість опадів та доволі високі середньо-декадні температури повітря, що позитивно вплинули на ріст, розвиток та добру перезимівлю пшениці озимої. Температурний режим зимових місяців 2024 р. та березня також відзначався вищими показниками стосовно багаторічних даних при достатній кількості опадів, що сприяло добрій перезимівлі рослин та позитивно вплинуло на врожайність в першу чергу озимих культур.

Початок весняного періоду 2024 р. у квітні місяці характеризувався надмірною кількістю опадів 71,0 мм при середньобагаторічній нормі 44,0 мм. Однак протягом інших весняних місяців кількість опадів була нижчою середньобагаторічної норми. Особливо низька кількість опадів була у травні місяці 26,0 мм при нормі 74,0, мм, що негативно відобразилось на посіві, сходах та розвитку особливо ярих культур. Також слід відзначити, що протягом весняного періоду температура повітря була вища протягом кожного місяця за середньобагаторічну норму.

В період трубкування – колосіння, коли відбувалось формування репродуктивних органів зернових культур, метеорологічні умови були задовільними. Літні місяці характеризувалися підвищенням температурного режиму та меншою кількістю допустимих норм атмосферних опадів: у червні 60 мм, а у липні випало 62,0 мм, проти норми відповідно 83,0 і 90,0 мм. Температура повітря в період вегетації ячменю ярого у всі місяці була вищою середньобагаторічної норми на 2,8-6,6°C у середньому. Такі погодні умови виявились некомфортними для дозрівання ярих культур, що частково призвело до недобору врожаю зерна в поточному році.

Відповідно до матеріалів і схеми (карти) прийнятого природно-сільськогосподарського районування земель України та Тернопільської області дослідна земельна ділянка знаходиться в межах Заложцівсько-Кременецького (02) природно-сільськогосподарського району Дністровсько-Західнобузького округу Лісостепової Західної провінції зони Лісостепу. В цілому ґрунтово-кліматичні умови Тернопільського Поділля сприятливі для вирощування різних сортів ячменю ярого.

Таким чином, ґрунтово-аґрокліматичні умови дослідної ділянки розташованої на Тернопільському Поділлі в цілому сприятливі для вирощування різних сортів ячменю ярого та інших сільськогосподарських культур.

2.3. Опис ґрунту дослідної ділянки

Згідно аґроґрунтового районування Тернопільської області дослідна земельна ділянка, на якій проводилися дослідження знаходиться в межах Західної провінції зони Лісостепу в Підкаменсько-Вишневецькому аґроґрунтовому районі який є сильно розчленований, високий, з переважанням чорноземів опідзолених і темно-сірих опідзолених ґрунтів різного гранулометричного складу в різних складних поєднаннях.

Дослідження проводили темно-сірому опідзоленому легкосуглинковому ґрунті. Поширені ґрунти на ділянці дослідження сформувалися на плоских слабодренованих вододілах при відносно високому заляганні (2-4 м) ґрунтових вод, які у вологі роки можуть часто підніматися і досягати навіть нижніх горизонтів ґрунтового профілю, під добре листяними (часто з домішкою осики) або під вологими злаково-різнотравними вторинними луками (трав'яною лучною рослинністю) за гумусовоаккумулятивним процесом ґрунтоутворення в автоморфних умовах дуже часто на лесових карбонатних материнських породах [5].



Рисунок 2.3 Грунтова карта території розташування дослідної ділянки

**Морфологічний опис темно-сірого опідзоленого ґрунту
дослідної ділянки**

**Темно-сірі опідзолені легкосуглинкові ґрунти
на лесоподібних відкладах**

Не орн. Гумусовий елювійований орний горизонт,
0–22 см слабоелювійований, темно-сірого кольору з ледь помітною білястою присипкою SiO_2 , однорідний, грудкувато-порохуватої структури, легкосуглинковий, слабоуцільнений, вологий, пронизаний корінцями рослин,

	копроліти, ходи черв'яків, перехід до наступного горизонту помітний за щільністю та кольором;
Не п/орн. 22–35 см	Гумусовий елювіований підорний горизонт , слабоелювіований, темнувато-сірий, однорідний, зволожений, ущільнений, структура грудкувато-зернисто-горіхувата, легкосуглинковий, дрібні корінці, присипка SiO ₂ , перехід до горизонту Ні(e) поступовий за щільністю;
Ні(e) 35–51 см	Гумусово-ілювіальний горизонт , слабоелювіований, однорідний, темно-сірого з буроватим відтінком кольору, добре гумусований, дрібногрудкувато-горіхуватої структури, середньосуглинковий, вологий, ущільнений, корінці рослин, ходи черв'яків, копроліти, перехід до горизонту Іе ясний за кольором і чіткий за щільністю;
Іе(h) 51–79 см	Ілювіальний горизонт , слабогумусований, темно-бурого кольору, слабоелювіований, на тріщинах заклинки гумусованого дрібнозему темно-сірого кольору, горіхуватої структури, на гранях структурних окремоностей темно-бура глянцева колоїдна плівка, середньосуглинковий, вологий, щільний, корінці рослин, перехід до горизонту ІР поступовий, язиковатий;
ІР 79–112 см	Ілювіальний перехідний горизонт , бурого кольору з помітним повітлінням донизу, неоднорідний, вологий, щільний, з окремими темно-бурими затіками, розбивається на призмоподібні окремості із слабкими потіками R ₂ O ₃ і тонкої присипки SiO ₂ , середньосуглинковий, перехід поступовий;
Рі 112–130 см	Слабоілювіована материнська порода , бурувато-палева із сизуватим відтінком, пунктуації, середньосуглинкова, слабов'язка.

Фізико-хімічні та агрохімічні показники орного шару ґрунту (табл. 2.2-2.3) дослідної ділянки до закладки досліду наступні: кислотність ґрунтового розчину як за показником рН сольовим 6,4 одиниць так і за гідролітичною кислотністю 1,76 ммоль/100 г ґрунту – нейтральна, вміст гумусу за Тюрнімом середній – 2,93%, легкогідролізного азоту за Корнфілдом низький – 133,0 мг/кг, рухомого фосфору і обмінного калію (за Кірсановим) відповідно середній 97,5 та підвищений 158,4 мг/кг ґрунту, сума увібраних основ висока 26,7 ммоль/100 г ґрунту.

Таблиця 2.2

**Фізико-хімічні властивості темно-сірих опідзолених глеюватих
легкосуглинкових ґрунтів на лесоподібних відкладах**

Гене- тичний горизонт	Глибина відбору зразків, см	рН _{КСІ}	Вміст гумусу, %	Гідролі- тична кислот- ність	Обмінні катіони		Сума увібра- них основ
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	
ммоль/100 г ґрунту							
He орн.	0–22	6,43	2,93	1,76	22,6	3,9	26,7
He п/орн.	22–35	6,52	2,21	1,52	24,4	4,2	28,9
Hi(e)	35–51	6,84	1,16	1,18	26,8	4,5	29,5
Ie(h)	51–79	6,95	0,75	0,85	20,6	3,5	31,5
IP	79–112	7,12	0,37	0,80	19,5	3,3	36,4
Pi	112–130	7,33	–	0,66	–	–	39,8

Таблиця 2.3

**Агрохімічні властивості темно-сірих опідзолених глеюватих
легкосуглинкових ґрунтів на лесоподібних відкладах, мг/кг**

Генетичний горизонт	Глибина відбору зразків, см	Легко-гідролізний азот за Корнфілдом	Рухомий фосфор	Обмінний калій
			за Кірсановим, *за Мачигінім	
He орн.	0–22	133,0	97,5	158,4
He п/орн.	22–35	121,3	94,6	145,6
Hi(e)	35–51	85,4	106,5	118,5
Ie(h)	51–79	56,5	119,8	96,5
IP	79–112	38,4	81,3*	218,5*
Pi	112–130	-	96,0*	233,0*

Таким чином, поширені на досліджуваній ділянці розташованій в межах Тернопільського Поділля темно-сірі опідзолені ґрунти характеризуються, згідно затверджених градацій [27], сприятливою нейтральною реакцією ґрунтового розчину, середнім вмістом рухомого фосфору та обмінного калію та низьким рівнем легкогідролізного азоту. Внаслідок чого, для отримання стабільних економічно обґрунтованих врожаїв ячменю ярого належної якості необхідно вносити добрива.

2.4. Методика проведення досліджень

Дослідження проводили в умовах польового досліді на базі господарства ТОВ «*****» (Дільниця *****) протягом 2023-2024 рр. на темно-сірому опідзоленому легкосуглинковому ґрунті. Загальна посівна площа ділянки становила 168 м², облікова – 100 м². Розміщення варіантів послідовне одноярусне, повторення досліді – триразове. Ячмінь ярий вирощували у сівозміні з таким чергуванням культур: соя– кукурудза на зерно – ячмінь ярий.

Схема дослідю даної роботи обумовлена виробничими обставинами, які склалися в господарстві ТОВ «*****» і була покликана оптимізувати систему азотного живлення ячменю ярого шляхом вивчення впливу різних форм азотних добрив на урожайність і якість зерна сорту РЖТ Планет у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах на темно-сірих опідзолених ґрунтах Тернопільського Поділля.

У проведених дослідженнях ми вивчали та порівнювали як діє на фосфорно-калійному фоні ($P_{60}K_{60}$) норма внесення азоту N_{60} внесена різними формами мінеральних добрив (сульфат амонію, карбамід, аміачна селітра) порівняно з контрольним варіантом (без внесення добрив) на урожайність та якість зерна ячменю ярого. Для цього згідно відповідно із прийнятими методиками було закладено польовий дослід за такою схемою наведеною в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Схема польового дослідю

№ вар.	Варіанти польового дослідю
1.	Без добрив (контроль)
2.	$P_{60}K_{60} + N_{60}$ (сульфат амонію)
3.	$P_{60}K_{60} + N_{60}$ (карбамід)
4.	$P_{60}K_{60} + N_{60}$ (аміачна селітра)
5.	$P_{60}K_{60} + N_{30} + N_{30}$ (аміачна селітра)

Мінеральні фосфорні (гранульований простий суперфосфат, 19,5% P_2O_5) та калійні (калійна сіль, 40% K_2O) добрива вносили осінню під основний обробіток ґрунту. З азотних добрив використовували сульфат амонію (21% амонійного азоту і 24% сірки), карбамід (46% амідного азоту) та аміачну селітру (34%). Всю норму (N_{60}) сульфату амонію та карбаміду весною вносили під передпосівну культивуацію. Аналогічну норму аміачної селітри було у 4 варіанті дослідю внесено перед посівом ячменю ярого, а у 5 варіанті – було розділено на два прийоми внесення: N_{30} під передпосівну

культивувацію та N_{30} в підживлення на початку фази виходу в трубку (30 етап органогенезу).

Для проведених досліджень був використаний високо інтенсивний сорт іноземної селекції Semelita РЖТ Планет (RGT PLANET). Оригінатор сорту французька насіннєва фірма «RAGT Semences» належить до середньостиглих, дворядних, пивоварних сортів. Вегетаційний період – 73-93 дні, досягає на 2-3 дні раніше за стандартні сорти. Стійкість до вилягання та посухостійкість має на рівні стандартних сортів. Вміст білка в середньому 10-11%.

Маса 1000 зерен – 42-55 г. Різновид нутанс (nutans). Рослина середньоросла, висота 65-67 см. Кущ напівпрямостоячий. Порожнини нижніх листків без опушення. Забарвлення антоціанове вушок прапорцевого листка середнє, восковий наліт на піхві середній – сильний. Колос циліндричний, середньої щільності, із середнім восковим нальотом. Остюки довгі, зазубрені, із сильним антоціановим забарвленням кінчиків. Перший сегмент колосового стрижня середньої довжини, із середнім вигином. Стерильний колосок від паралельного до злегка відхиленого. Опушення основної щетинки зернівки коротке. Забарвлення антоціанове нервів зовнішньої квіткової луски середнє, зазубреність бічних внутрішніх нервів зовнішньої квіткової луски відсутня або дуже слабка.

Зернівка від великої до дуже великої, з неопушеною червеною борозенкою і охоплюючою кутикулою. Строки та норма висіву для ранніх посівів 4,0, середніх – 4,2, а пізніх 4,5 млн насінин /га.

Сорт РЖТ Планет рекомендований для вирощування в зонах Лісостепу, Полісся та Степу за різних умов. Має здатність пристосовуватися до широкого спектру умов вирощування та змін клімату. В собі поєднує прекрасну толерантність до хвороб та високу якість зерна. Сорт РЖТ Планет помірно стійкий до кам'яної та летючої сажки. Помірно сприйнятливий до корневих гнилей. У польових умовах гельмінтоспоріозом і сітчастою плямистістю уражається середньо.

Упродовж 2023-2024 рр. щорічно з метою вивчення динаміки поживного режиму на досліджуваних облікових ділянках досліду під час вегетації ячменю ярого, а саме у фази кущення, виході у трубку та повній стиглості поділяючно відбирали зразки з орного та підорного шарів темно-сірого опідзоленого ґрунту.

Для вивчення змін фізико-хімічних та агрохімічних властивостей ґрунту під впливом застосування різних мінеральних добрив відбирали з орного та підорного шарів зразки ґрунту із досліджуваних варіантів. Зразки досліджуваного ґрунту відбирали та підготовляли до лабораторних аналізів згідно з ДСТУ ISO 11464-2001. Фізико-хімічні та агрохімічні лабораторні аналізи ґрунту проводили за наступними методиками: рН сольове – потенціометричним методом (ДСТУ ISO 10390-2001); гідролітичну кислотність – за Каппеном у модифікації ЦНАО; суму увібраних основ – за Каппеном-Гільковіцем; кальцій і магній – трилонометричним методом; вміст гумусу – за Тюріним (ДСТУ 4289:2004); нітратний азот – за Гранвальд-Ляжем; амонійний – фотоколориметричним методом за допомогою реактиву Неслера; легкогідролізний – за Корнфілдом (ДСТУ 7863:2015); рухомий фосфор та обмінний калій – за Кірсановим (ДСТУ 4405:2005) [1].

Для визначення якісних показників врожаю зерна ячменю ярого під час суцільного збирання комбайном відбирали середні зразки зерна, в яких визначали: вологість (термогравіметричним методом), натуру (за допомогою літрової пурки), масу 1000 зерен (зважуванням з точністю до 0,01 г), вміст білка (за методикою Барнштейна) та крохмалю (поляриметричним методом за Еверсом) [26].

Статистичну обробку отриманих врожайних даних проводили за допомогою комп'ютерних технологій методом дисперсійного аналізу і дисперсійно в пакеті «STATISTICA» [31]. Економічну ефективність застосування добрив визначали за цінами середніми 2024 р. згідно розроблених методик [25, 39], біоенергетичну ефективність – за методиками Медведовського О.К. та Іваненка П.І. [24] та біоенергетичної оцінки [28].

2.5 Агротехніка вирощування ячменю ярого в досліді

Технологія вирощування ячменю ярого на дослідному полі інтенсивна – загальноприйнята для зони вирощування. Попередник – кукурудза на зерно. Зразу після завершення збирання зерна кукурудзи проводили дискування на глибину 6-8 см. Основний традиційний обробіток ґрунту під ячмінь ярий здійснювали через два тижні після оранки. Оранку на глибину 20-22 см проводили плугами KUNH. Перед основним обробітком вносили фосфорні та калійні добрива (суперфосфат і калійну сіль) відповідно до схеми досліду ($P_{60}K_{60}$).

Весною зразу коли дозволяли погодні умови закривали вологу ранньовесняним боронуванням. Першу культивацію проводили на глибину 10-12 см, другу комбінованим агрегатом виконували у день сівби на глибину загортання насіння з одночасним боронуванням. Передпосівний обробіток ґрунту під ячмінь ярий був направлений головним чином на створення сприятливих оптимальних умов для проростання і росту насіння та збереження потрібної для проростання вологи в ґрунті. Також під передпосівну культивацію вносили на відповідних варіантах згідно схеми досліду мінеральні азотні добрива (сульфат амонію, карбамід повну норму N_{60} та половину аміачної селітри N_{30}).

Сівбу ячменю ярого сорту РЖТ Планет проводили в оптимальні строки на глибину 3-4 см. Норма висіву насіння становила 4,5 млн. насінин на 1 га. Спосіб сівби вузькорядний. Насіння ячменю ярого І репродукції протруювали препаратом Вітаваксом 200ФФ в дозі 3,0 л/т. Пізніше у фазу кущіння посіви ячменю ярого обприскували післясходовим гербіцидом Гроділ Максі 375ОД м.д., нормою внесення 100 мл/га. Збирання та облік урожайності ячменю ярого проводили при настанні повної фази стиглості поділяночно суцільним способом прямим комбайнуванням з усієї площі ділянки в кінці липня. Після збирання відбирали середні зразки зерна для визначення якісних показників у лабораторії.

РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Зміна кислотності темно-сірого опідзоленого ґрунту під ячменем ярим залежно від різних форм азотних добрив

Властивості ячменю ярого насамперед є генетично обумовленою ознакою, проте важливу роль у формуванні урожаю та промислово важливих якостей зерна відіграють ґрунтово-кліматичні умови та агротехніка вирощування.

Ячмінь ярий внаслідок слабо розвиненої кореневої системи, є найбільш вимогливою культурою до зовнішніх природних умов, внаслідок чого гірше переносить весняну посуху та гостро реагує на високу кислотність ґрунту.

Відомо, що сільськогосподарське використання різних типів ґрунтів особливо з промивним типом водного режиму не припиняє, а посилює процес опідзолення, а відтак сприяє посиленню підкислення [35]. В загальному із трьох основних злакових культур – ячмінь, пшениця, овес – ячмінь найбільш стійкий до лужної реакції та найчутливіший до кислих ґрунтів. Оптимальна реакція ґрунту для його вирощування становить рН сольове 6,8-7,5 одиниць [10].

У дослідженнях Броннікової Л.Ф. показано, що вирощування ячменю ярого у короткоротаційній сівозмінні тільки на фоні мінерального удобрення з використанням фізіологічно кислих форм має тенденцію до підкислення ґрунту впливаючи впершу чергу на гідролітичну кислотність [4].

Проведені дослідження щодо вимірювання кислотності ґрунту протягом вегетації ячменю ярого показали, що на всіх досліджуваних варіантах досліду як в орному шарі ґрунту (0-20 см) так і підорному показник обмінної кислотності pH_{KCl} змінювався залежно від внесених різних форм азотних добрив, які мали вплив в першу чергу на мікробіологічну активність.

Протягом вегетації ячменю ярого на контрольному варіанті, де добрива не вносилися спостерігалось незначне підкислення ґрунтового розчину у міжфазний період кушення – виходу в трубку ячменю ярого, при цьому рН сольове становило в орному шарі темно-сірого опідзоленого ґрунту відповідно 6,43 і 6,37 одиниць (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

**Вплив різних форм азотних добрив на динаміку кислотності
темно-сірого опідзоленого легкосуглинкового ґрунту
під ячменем ярим**

№ вар.	Рівень удобрення	Шар ґрунту	Фази вегетації		
			Кушення	Вихід в трубку	Повна стиглість
1.	Контроль (без внесення добрив)	0 – 20	6,43	6,37	6,41
		20 – 35	6,50	6,46	6,49
2.	P ₆₀ K ₆₀ + N ₆₀ (сульфат амонію)	0 – 20	6,31	6,25	6,33
		20 – 35	6,34	6,31	6,35
3.	P ₆₀ K ₆₀ + N ₆₀ (карбамід);	0 – 20	6,45	6,44	6,45
		20 – 35	6,52	6,47	6,51
4.	P ₆₀ K ₆₀ + N ₆₀ (аміачна селітра)	0 – 20	6,37	6,32	6,35
		20 – 35	6,40	6,35	6,38
5.	P ₆₀ K ₆₀ + N ₃₀ + N ₃₀ (аміачна селітра)	0 – 20	6,40	6,35	6,41
		20 – 35	6,44	6,40	6,43

Досліджувані форми азотних добрив здійснювали значний вплив на реакцію ґрунтового розчину на протязі всієї вегетації ячменю ярого. Внесення N₆₀ сірковмісним азотним добривом сульфатом амонію підкислювало реакцію ґрунтового розчину протягом вегетації культури на 0,07-0,18 одиниць. За даними [21] сульфат амонію є цінним азотним добривом внаслідок вмісту внаслідок додаткового вмісту, однак через це та

специфіку виготовлення воно є за своєю природної більш фізіологічно кислим ніж навіть аміачна селітра.

Внесення під передпосівну культивуацію даної досліджуваної норми азотних добрив у вигляді карбаміду, який є без нітратний та має майже нейтральну реакцію сприяло навпаки покращенню кислотності ґрунтового розчину на протязі всієї вегетації ячменю ярого, при цьому рН сольове становило у фазу кушення 6,45 у орному та 6,52 у підорному шарі ґрунту.

Внесення повної норми азотних добрив N_{60} під передпосівну культивуацію аміачною селітрою, яка є менш фізіологічно кислою порівняно з сульфатом амонію, також підкислювало темно-сірий опідзолений ґрунт як в орному так і підорному шарі ґрунту, рН становило у фазу кушення ячменю ярого 6,37 і 6,40 одиниць. Розділення даної норми азоту на два етапи внесення спочатку під передпосівну культивуацію, а потім в підживлення на початку виходу в трубку по N_{30} сприяло меншому підкисленню ґрунтового розчину та стабілізації показника кислотності порівняно із контрольним варіантом. Аналізуючи динаміку актуальної кислотності за даної системи удобрення то на початку вегетації ячменю ярого у фазі кушення показник рН сольового в орному шарі ґрунту становив 6,40 одиниць, під час виходу рослин у трубку кислотність знижувалась до 6,35, а потім у фазу повної стиглості зерна знову підвищувався до 6,41.

Таким чином, серед досліджуваних мінеральних азотних добрив внесення сульфату амонію та аміачної селітри на темно-сірому опідзоленому ґрунті має тенденцію до незначного підкислення, а застосування карбаміду практично не змінювало реакцію ґрунтового розчину на протязі вегетації ячменю ярого.

3.2. Динаміка мінеральних форм азоту темно-сірого опідзоленого ґрунту під ячменем ярим

Рівень родючості темно-сірих опідзолених ґрунтів значною мірою визначається вмістом у ньому мінерального азоту. Тому одним із важливих завдань сучасного землеробства є створення у ґрунтах оптимального рівня мінерального азоту, що забезпечує формування високих і стійких урожаїв сільськогосподарських культур. Родючість даних ґрунтів нерозривно пов'язана з раціональним використанням добрив, зокрема азотних. Висока ефективність азотних добрив на цих ґрунтах пояснюється впершу чергу низьким вмістом у них гумусу та власне мінерального азоту [38].

Відомо, що застосування органічних і мінеральних добрив є головним чинником еволюції азотного фонду ґрунтів при їх антропогенному сільськогосподарському використанні. Власне під їх значним впливом змінюється в першу чергу структурне співвідношення нітратної та амонійної форм азоту які є найбільш доступні для сільськогосподарських культур [30].

Для антропогенно змінених ґрунтів як концентрація нітратів, так і вимивання залежать, у свою чергу, від кількості азоту, який надходить у ґрунт із добривами. Після цього частина N, яка не поглинена рослинами, перетворюється на нітрат через процес нітрифікації, який включає окислення амонію, що здійснюється нітрифікуючими мікроорганізмами [48].

Нітратний та амонійний азот приблизно однаково доступні більшості сільськогосподарських культур в тому числі і для ячменю ярого, проте, нітратний азот легко переміщається з потоком води і більше активно надходить у рослини, а амонійна форма азоту є слабо рухома у ґрунті [20].

Проведеними дослідженнями встановлено, що динаміка зміни нітратного азоту, яка викликає значну цікавість, в темно-сірому опідзоленому ґрунті залежала від форми азотного добрива та фази розвитку ячменю ярого. У середньому за два роки проведених досліджень, максимальна кількість нітратного азоту спостерігалася на початку розвитку

рослин ячменю ярого. Згідно із результатами досліджень встановлено, що протягом вегетаційного періоду ячменю ярого на всіх досліджуваних фонах вміст нітратного азоту як в орному (0-20 см) так і підорному шарі ґрунту (20-35 см) поступово та достовірно знижувався з отриманням найнижчих значень у фазу повної стиглості зерна (табл. 3.2).

У фазу кушіння ячменю ярого найнижчі значення нітратного азоту в орному 16,2 та підорному шарах ґрунту 15,5 мг/кг відзначено у контрольному варіанті без внесення азотних добрив. У фазу виходу в трубку ячменю ярого рівень нітратного азоту знизився в орному шарі ґрунту відповідно до 14,6 мг/кг.

Таблиця 3.2.

Вплив різних форм азотних добрив на динаміку вмісту нітратного азоту темно-сірого опідзоленого ґрунту під ячменем ярим, мг/кг ґрунту

№ вар.	Рівень удобрення	Шар ґрунту	Фази вегетації		
			Кущення	Вихід в трубку	Повна стиглість
1.	Контроль (без внесення добрив)	0 – 20	16,2	14,6	9,6
		20 – 35	14,5	13,3	7,8
2.	P ₆₀ K ₆₀ + N ₆₀ (сульфат амонію)	0 – 20	23,4	20,5	16,4
		20 – 35	20,7	18,5	14,7
3.	P ₆₀ K ₆₀ + N ₆₀ (карбамід);	0 – 20	25,1	21,6	17,4
		20 – 35	23,3	19,0	15,1
4.	P ₆₀ K ₆₀ + N ₆₀ (аміачна селітра)	0 – 20	26,3	20,9	17,0
		20 – 35	23,5	18,7	13,8
5.	P ₆₀ K ₆₀ + N ₃₀ + N ₃₀ (аміачна селітра)	0 – 20	24,8	23,6	17,9
		20 – 35	22,4	19,5	15,3

Як видно із даних наведених в таблиці 3.2, всі досліджувані форми азотних добрив збільшували порівняно із контрольним варіантом без внесення добрив вміст нітратного азоту в темно-сірому опідзоленому ґрунті. Різниця із контролем складала у фазу кущення 7,2-10,1 мг/кг, у фазу виходу в трубку 5,9-9,0 мг/кг, повної стиглості 6,8-7,4 мг/кг ґрунту.

Найвищий вміст сполук нітратного азоту відзначено весною у фазу кущення ячменю ярого і внесення всієї норми азотних добрив N_{60} у вигляді аміачної селітри. Однак слід відзначити, що дробне внесення даної норми у 2 прийоми збільшувало концентрацію азоту в ґрунті протягом всього вегетаційного періоду. У фазу повної стиглості зерна ячменю ярого різниця між удобрюваними варіантами щодо вмісту нітратного азоту нівелювалася, але в загальному концентрація даного елемента живлення була вищою показників відносно контрольного варіанту.

Щодо дослідження динаміки вмісту амонійного азоту в темно-сірому опідзоленому ґрунті залежно від внесення різних форм азотних добрив, то було встановлено, що протягом вегетаційного періоду ячменю ярого відзначено зниження концентрації амонію із досягненням мінімальних значень у фазу повної стиглості зерна внаслідок інтенсивного споживання рослинами ячменю ярого які розвивалися (табл. 3.3).

Всі досліджувані в досліді форми азотних добрив збільшували порівняно із контрольним варіантом вміст аміачного азоту як в орному так і підорному шарах темно-сірого опідзоленого ґрунту. При цьому різниця відносно контролю без добрив складала у фазу кущення 3,0-6,8 мг/кг, виходу в трубку 3,9-7,6 мг/кг, а повної стиглості – 2,5-3,1 мг/кг.

Дослідженнями встановлено, що максимальне вміст амонійного азоту 39,4-28,1-19,6 мг/кг в орному шарі темно-сірого опідзоленого ґрунту на протязі вегетації ячменю ярого забезпечило внесення норми азотних добрив N_{60} карбамідом під передпосівну культивуацію, який містить форми азоту, що мають пролонговану дію та використовується в пізніші періоди. Адже відомо, що аміачна форма азоту не вимивається швидко з ґрунту, а після різних трансформаційних процесів які відбуваються в ґрунті стає доступною для рослин [17].

У варіанті застосування сульфату амонію рівень амонійного азоту на протязі вегетації ячменю ярого також був достатньо високим. Внаслідок того, що дане добриво є повільнодіючим в якому його амонійна група

швидко розчиняється і поглинається ґрунтовим вбирним комплексом, внаслідок чого не вимивається і є на протязі тривалішого періоду для рослин джерелом азоту [15, 20].

Таблиця 3.3

Вплив різних форм азотних добрив на динаміку вмісту амонійного азоту темно-сірого опідзоленого ґрунту під ячменем ярим, мг/кг ґрунту

№ вар.	Рівень удобрення	Шар ґрунту	Фази вегетації		
			Кущення	Вихід в трубку	Повна стиглість
1.	Контроль (без внесення добрив)	0 – 20	32,6	20,5	16,5
		20 – 35	29,5	18,4	14,0
2.	P ₆₀ K ₆₀ + N ₆₀ (сульфат амонію)	0 – 20	38,5	24,7	19,2
		20 – 35	34,5	22,7	18,0
3.	P ₆₀ K ₆₀ + N ₆₀ (карбамід);	0 – 20	39,4	28,1	19,6
		20 – 35	33,6	21,5	17,4
4.	P ₆₀ K ₆₀ + N ₆₀ (аміачна селітра)	0 – 20	38,9	25,9	19,0
		20 – 35	33,8	22,3	18,9
5.	P ₆₀ K ₆₀ + N ₃₀ + N ₃₀ (аміачна селітра)	0 – 20	35,6	27,8	19,3
		20 – 35	32,3	23,0	17,6

Відомо, що найближчим резервом мінерального азоту який за антропогенного використання може витратитися так і накопичуватися в ґрунті, є легкогідролізний азот [40]. Тому дуже важливо відстежувати у динаміці напрямки його змін у темно-сірому опідзоленому ґрунті залежно від різних форм азотних добрив.

Проведені дослідження динаміки вмісту легкогідролізованого азоту в темно-сірому опідзоленому ґрунті показали його зміну в першу чергу залежно від внесених форм добрив та фаз розвитку рослин ячменю ярого. В середньому за роки досліджень найвищі його значення були отримані в орному шарі темно-сірого опідзоленого ґрунту на удобрених варіантах у фазу кущення 139,1-142,4 мг/кг ґрунту.

Високий вміст легкогідролізних сполук азоту у верхньому шарі ґрунту

на всіх варіантах досліду пояснюється, очевидно, внесенням його поверхнево при підживленні, а також посиленням мікробіологічної активності ґрунту. У підорному 20-35 см шарі ґрунту рівень легкогідролізованого азоту знижується до 123,0-125,6 мг/кг ґрунту.

Найнижчий вміст легкогідролізних сполук азоту було отримано в орному 133,4 мг/кг та підорному шарах 120,8 мг/кг ґрунту у контрольному варіанті без внесення добрив (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

**Вплив різних форм азотних добрив на динаміку вмісту
легкогідролізного азоту темно-сірого опідзоленого ґрунту
під ячменем ярим, мг/кг ґрунту**

№ вар.	Рівень удобрення	Шар ґрунту	Фази вегетації		
			Кущення	Вихід в трубку	Повна стиглість
1.	Контроль (без внесення добрив)	0 – 20	133,4	117,4	111,6
		20 – 35	120,8	114,5	110,3
2.	P ₆₀ K ₆₀ + N ₆₀ (сульфат амонію)	0 – 20	140,8	121,5	118,8
		20 – 35	123,4	118,6	115,3
3.	P ₆₀ K ₆₀ + N ₆₀ (карбамід);	0 – 20	141,6	123,4	119,1
		20 – 35	124,0	118,6	116,5
4.	P ₆₀ K ₆₀ + N ₆₀ (аміачна селітра)	0 – 20	142,4	124,5	120,0
		20 – 35	125,6	119,2	116,3
5.	P ₆₀ K ₆₀ + N ₃₀ + N ₃₀ (аміачна селітра)	0 – 20	139,1	125,6	120,3
		20 – 35	123,0	120,0	117,2

До збирання урожаю ячменю ярного кількість сполук легкогідролізного азоту знижувалася порівняно з весняними значеннями на 21,8-22,4 мг/кг ґрунту, особливо на варіантах з вищим урожаєм зерна ячменю ярного, що вказує на засвоювання азоту рослинами.

Аналізуючи отримані результати досліджень динаміки зміни легкогідролізного азоту у варіанті внесення всієї норми N₆₀ під передпосівну культивування аміачною селітрою, то на початку вегетації у фазу кущення ячменю ярного вміст легкогідролізного азоту становив 142,4 мг/кг. Розділення

досліджуваної дози азотного добрива, на два прийоми внесення, N_{30} під культивуацію і N_{30} підживлення у фазу виходу в трубку, нівелювало зміну мінерального азоту з іншими досліджуваними варіантами, в яких дози не дробили.

Таким чином, у наших дослідженнях, забезпеченість темно-сірого опідзоленого ґрунту мінеральним азотом за вирощування ячменю ярого залежала від норми мінерального азотного добрива і не залежала від строку внесення. Також слід зазначити, що азотні легкогідролізні сполуки, що утворювалися при розкладанні кукурудзяних органічних решток, в також використовувалися насамперед в якості джерела живлення ячменем ярим внаслідок чого не повністю залучалися в органічну частину ґрунту, тому в динаміці і за варіантами мало змінювалися.

3.3 Динаміка агрохімічних властивостей темно-сірого опідзоленого ґрунту під ячменем ярим

На відміну від ячменю озимого, ячмінь ярий має коротший період вегетації та менш розвинену кореневу систему, в результаті чого він більш вимогливий до наявності доступних елементів живлення та в цілому до ґрунтової родючості. Адже відомо, що поглинання поживних речовин рослинами з ґрунту та їх доступність є ключовим фактором для їх росту та отримання високих врожаїв [61].

Ячмінь ярий засвоює основні елементи живлення найінтенсивніше впродовж відносно короткого проміжку часу – від фази куціння до початку колосіння (в середньому 25-30 діб). За цей період короткий у рослини ячменю надходить 40-45% азоту, 50-65% – фосфору, 65-70% калію. Пізніше, у фазу колосіння ячменю ярого, майже завершується основне засвоєння з ґрунту 100% калію, 90 – фосфору, 80% – азоту загального виносу їх з урожаєм [38].

Проведені дослідження показали, що протягом вегетації ячменю ярого змінювався також подібно азоту, вміст доступних рухомих сполук фосфору

та обмінного калію. На всіх досліджуваних фонах вміст рухомого фосфору як в орному 0-20 см так і підорному 20-35 см шарах ґрунту поступово знижувався з отриманням мінімальних величин у фазі повної стиглості зерна. Це відбувалося внаслідок поступового використання рослинами під час росту і розвитку для формування достатньої урожайності (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

**Динаміка змін рухомого фосфору під ячменем ярим
за фазами вегетації, мг/кг ґрунту**

№ вар.	Рівень удобрення	Шар ґрунту	Фази вегетації		
			Кущення	Вихід в трубку	Повна стиглість
1.	Контроль (без внесення добрив)	0 – 20	98,2	91,4	85,0
		20 – 35	94,0	87,3	81,5
2.	P ₆₀ K ₆₀ + N ₆₀ (сульфат амонію)	0 – 20	125,5	107,3	98,7
		20 – 35	118,6	97,9	95,4
3.	P ₆₀ K ₆₀ + N ₆₀ (карбамід);	0 – 20	127,8	109,4	99,5
		20 – 35	119,4	99,8	96,7
4.	P ₆₀ K ₆₀ + N ₆₀ (аміачна селітра)	0 – 20	126,3	108,6	98,3
		20 – 35	118,4	98,0	95,0
5.	P ₆₀ K ₆₀ + N ₃₀ + N ₃₀ (аміачна селітра)	0 – 20	126,9	108,9	98,0
		20 – 35	118,7	98,4	94,8

Впродовж вегетації ячменю ярого вміст рухомого фосфору був вищим у орному шарі ґрунту 0-20 см, що пояснюється переміщенням у цей шар під час різних обробіток мінеральних добрив і органічних речовин, а також тим, що фосфор активно закріплюється саме в тому горизонті ґрунту в якому були внесені фосфорні добрива і не здатний значно мігрувати в нижчі горизонти. Кількість рухомого фосфору на удобрюваних варіантах у фазу кущення становила 125,5-127,8 мг/кг в орному шарі та 118,4-119,4 мг/кг в підорному 20-35 см.

Дослідженнями встановлено, що всі досліджувані форми мінеральних азотних добрив суттєво не вплинули на динаміку вмісту у темно-сірому опідзоленому ґрунті рухомого фосфору.

Важливим елементом для живлення рослин ячменю ярого, який впливає безпосередньо на формування врожайності та належну якість зерна є калій [10].

Щодо динаміки обмінного калію в темно сірому опідзоленому ґрунті під ячменем ярим, то проведені дослідження показали, що найнижчий вміст обмінного калію у фазу кущення був на контрольному варіанті 158,0 мг/кг в орному та 145,6 мг/кг в підорному шарах ґранту. Внесення калійних добрив збільшило вміст сполук калію на всіх досліджуваних варіантах (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

**Динаміка обмінного калію під ячменем ярим,
за фазами вегетації, мг/кг ґранту**

№ вар.	Рівень удобрення	Шар ґранту	Фази вегетації		
			Кущення	Вихід в трубку	Повна стиглість
1.	Контроль (без внесення добрив)	0 – 20	158,0	151,4	145,1
		20 – 35	145,6	137,0	132,3
2.	P ₆₀ K ₆₀ + N ₆₀ (сульфат амонію)	0 – 20	173,4	161,8	152,1
		20 – 35	155,2	148,9	142,4
3.	P ₆₀ K ₆₀ + N ₆₀ (карбамід)	0 – 20	174,8	160,5	155,4
		20 – 35	156,7	150,2	144,6
4.	P ₆₀ K ₆₀ + N ₆₀ (аміачна селітра)	0 – 20	174,0	161,4	153,2
		20 – 35	154,9	149,4	143,0
5.	P ₆₀ K ₆₀ + N ₃₀ + N ₃₀ (аміачна селітра)	0 – 20	173,7	161,7	152,4
		20 – 35	155,8	149,7	142,7

На початку вегетації ячменю ярого у фазу кущення на всіх досліджуваних удобрюваних варіантах вміст обмінного калію (за Кірсановим) згідно ступеня забезпечення в орному шарі був високим 173,4-174,8 мг/кг ґранту. На протязі вегетації ячменю ярого рівень обмінного калію зменшувався до підвищеного ступеня забезпеченості у фазу виходу в трубку, і був найнижчим 152,1-155,4 мг/кг при повній стиглості зерна внаслідок посиленого споживання на протязі вегетації ячменю ярого.

Дослідження показали, що не простежувалося чіткої залежності від впливу досліджуваних форм азотних добрив та термінів їх застосування на вміст обмінного калію у ґрунті, однак, в цілому рівень калію на удобрюваних варіантах був вищим порівняно з контролем без добрив.

3.4. Вплив різних форм азотних добрив на врожайність зерна ячменю ярого

Продуктивність сільськогосподарських культур значною мірою залежить від внесення азотних добрив. Виробництво та застосування азотних добрив споживає величезну кількість енергії, а надлишок завдає шкоди навколишньому середовищу. Таким чином підвищення ефективності використання азоту рослинами має важливе значення для розвитку сталого сільського господарства [71].

Як показали отримані результати наших досліджень на врожайність зерна ячменю ярого значний вплив мав рівень азотного удобрення (табл. 3.7). В середньому за два роки досліджень за рахунок природної родючості темно-сірого опідзоленого легкосуглинкового ґрунту на контрольному варіанті отримано найнижчий врожай зерна ячменю ярого на рівні 39,6 ц/га.

Проведеними дослідженнями встановлено, що одним із найбільш ефективних агрономічних прийомів підвищення продуктивності ячменю ярого є використання азотних добрив при цьому слід зазначити, що достовірний приріст врожаю зерна 18,5-24,6 ц/га був відмічений за використання всіх досліджуваних форм азотних добрив.

Найвищий врожай зерна ячменю ярого в середньому за 2 роки досліджень 64,2 ц/га було отримано в умовах досліду при використанні амонійно-нітратної форми азоту шляхом внесення аміачної селітри у два прийоми N_{30} у передпосівну культивуацію та такої самої дози при підживленні у фазу на початку виходу в трубку. Застосування всієї норми азотних добрив N_{60} у вигляді аміачної селітри перед посівом забезпечує потужний старт рослин ячменю ярого та одержання також достатньо високого врожаю зерна

ячменю ярого 59,2 ц/га, однак він був нижчий порівняно з дробним внесенням даної норми добрив. Відносно контрольного варіанту приріст складав при цьому 19,6 ц/га, або 49,5%.

Таблиця 3.7

Вплив різних форм азотних добрив на урожайність ячменю ярого на темно-сірому опідзоленому ґрунті

№ вар.	Рівень удобрення	Урожайність, ц/га			Приріст до контролю	
		2023	2024	середнє за 2023-2024	ц/га	%
1.	Контроль (без внесення добрив)	39,0	40,2	39,6	–	–
2.	P ₆₀ K ₆₀ + N ₆₀ (сульфат амонію)	57,3	58,9	58,1	18,5	46,7
3.	P ₆₀ K ₆₀ + N ₆₀ (карбамід)	61,2	63,0	62,1	22,5	56,8
4.	P ₆₀ K ₆₀ + N ₆₀ (аміачна селітра)	58,6	59,7	59,2	19,6	49,5
5.	P ₆₀ K ₆₀ + N ₃₀ + N ₃₀ (аміачна селітра)	63,5	64,9	64,2	24,6	62,1
	<i>НІР₀₅</i>	<i>1,85</i>	<i>2,01</i>			

При внесенні аналогічної норми N₆₀ азотних добрив карбамідом, який містить амідну форму азоту, яка має пролонговану дію, врожай зерна ячменю ярого становив 62,1 ц/га, що було більше за контрольний варіант на 22,5 ц/га. Однак поступався продуктивністю 2,10 ц/га варіанту із дробним застосуванням аміачної селітри яка містить азот в амонійно-нітратній формі.

Застосування в умовах дослідження сульфату амонію N₆₀ у передпосівну культивування в середньому за 2 роки забезпечило отримання врожаю зерна на рівні 58,1 ц/га, що було на 18,5 ц/га більше ніж на контролі без добрив.

Таким чином, в умовах Тернопільського Поділля на темно-сірому опідзоленому ґрунті найбільш ефективним агрономічним прийомом підвищення урожайності зерна ячменю ярого є використання азотних добрив.

3.5 Вплив різних форм азотних добрив якість зерна ячменю ярого

Відомо, що система удобрення ячменю ярого залежить від майбутнього господарського призначення зерна. У разі вирощування на харчові, пивоварні та фуражні цілі важливим показником якості зерна є вміст білка, який пов'язаний в першу чергу із азотним живленням рослин. У пивоварному ячмені також важливе значення має вміст крохмалю, який є пов'язаний з достатнім фосфорно-калійним живленням. Підвищене азотне живлення знижує його накопичення. У зв'язку з цим розробка системи удобрення ячменю ярого має бути орієнтована також на його сортові особливості та цільове призначення.

У зв'язку з розвитком пивоварної галузі в Україні частково відзначається дефіцит високоякісного придатного для цієї мети ячменю, який значною мірою користується підвищеним попитом на ринку і відповідно вищою ціною. Саме тому для отримання зерна ячменю ярого, придатного для пивоварних цілей, необхідна розробка науково обґрунтованої системи удобрення для кожної конкретної ґрунтово-кліматичної зони вирощування.

На контрольному варіанті де добрива не вносилися внаслідок оптимальної реакції ґрунтового розчину, сприятливого попередника та достатнього забезпечення основними елементами живлення темно-сірого опідзоленого ґрунту отримано зерно ячменю ярого відносно не поганої якості. Однак згідно отриманих результатів дослідження порівняно з показниками якості зерна отриманими на контрольному варіанті, досліджувані форми азотних добрив забезпечили достовірний приріст всіх показників.

Проведені наші дослідження показали, що форми азотних добрив спричинили позитивний вплив на досліджувані якісні показники зерна ячменю ярого які змінювалися залежно від них та отриманої врожайності (табл. 3.8.).

Одними із основних фізичних показників якості зерна ячменю ярого які широко використовуються на практиці є маса 1000 зерен та натура. Показник натури зерна відповідно до державних нормативних стандартів також

впливає на його цільове використання, на пивоваріння він повинен бути не менше 600 г/л.

Таблиця 3.8

Вплив різних форм азотних добрив на якість зерна ячменю ярого на темно-сірому опідзоленому ґрунті

№ вар.	Рівень удобрення	Маса 1000 зерен, г	Натура зерна, г/л	Вміст, %	
				білка	крохмалю
1.	Контроль (без внесення добрив)	46,1	632	10,7	68,6
2.	P ₆₀ K ₆₀ + N ₆₀ (сульфат амонію)	47,8	648	11,1	67,1
3.	P ₆₀ K ₆₀ + N ₆₀ (карбамід)	49,1	657	11,9	63,0
4.	P ₆₀ K ₆₀ + N ₆₀ (аміачна селітра)	48,7	651	11,3	66,4
5.	P ₆₀ K ₆₀ + N ₃₀ + N ₃₀ (аміачна селітра)	49,5	660	12,1	62,7

Отримані результати досліджень показали що маса 1000 зерен та натура були найбільшими відповідно 49,5 г та 660 г/л при дробному внесенні аміачної селітри. При внесенні всієї норми аміачної селітри під передпосівну культивуацію маса 1000 зерн і натура були на 0,8 та 9,0 г меншими порівняно з попереднім варіантом, а відносно контрольного варіанту більшими відповідно на 2,6 і 19,0 (табл. 3.6).

В середньому за два роки досліджень при вирощуванні ячменю ярого без внесення мінеральних добрив було отримано зерно із найменшою масою 1000 зерен та натурою відповідно 46,1 г. та 632 г/л.

За внесення під передпосівну культивуацію азотних мінеральних добрив нормою N₆₀ карбамідом крупність зерна ячменю ярого збільшувалася внаслідок чого зростала маса 1000 зерен до 49,1 г, а натура до 657 г/л. використання даному фосфорно-калійному фоні P₆₀K₆₀ сульфату амонію

аналогічною нормою також забезпечувало зростання фізичних показників маси 1000 зерен та натури відповідно до 47,8 г та 648 г/л.

Одним з основних важливих показників якості зерна ячменю ярого, що власне визначає його цільове призначення (для пивоварного, кормового чи продовольчого використання), є вміст білка, який перебуває в чіткій прямій залежності від рівня азотного живлення. Відомо, що для використання зерна ячменю ярого на пивоварні цілі допустимий вміст сирого білка становить в межах 9,5-11,5 % за оптимального показника 10,5% [16].

В середньому за два роки досліджень азотні добрива сприяли достовірному збільшенню вмісту білка в зерні ячменю ярого і різниця залежно від форми добрив складала 0,5-1,4% порівняно із контрольним варіантом де вміст білка був найменшим та становив 10,7%.

Найвищий вміст білка в зерні ячменю ярого 12,1% отримано у варіанті внесення досліджуваної норми аміачної селітри N_{60} в два прийоми – половину у передпосівну культивуацію, а іншу половину у підживлення на початку виходу рослин у трубку. Також високий вміст білка 11,9% в умовах проведеного дослідіу було отримано при застосуванні карбаміду, який містить амідну форму азоту яка має пролонговану дію. Отримане зерно ячменю ярого яке відзначалося достатньо високим вмістом білка на рівні 11,9-12,1% за даних досліджуваних систем удобрення доцільного використовувати на продовольчі та фуражні цілі.

Дослідженнями встановлено, що внесення всієї норми N_{60} аміачної селітри та сульфату амонію у передпосівну культивуацію на фосфорно-калійному фоні забезпечуючи потужний старт рослин сприяло отриманню зерна ячменю ярого з вмістом білка нарівні відповідно 11,3 і 11,1% за його збирання від 6,4 до 6,7 ц/га (рис. 3.1). Згідно отриманих показників якості дане зерно відповідає пивоварним властивостям

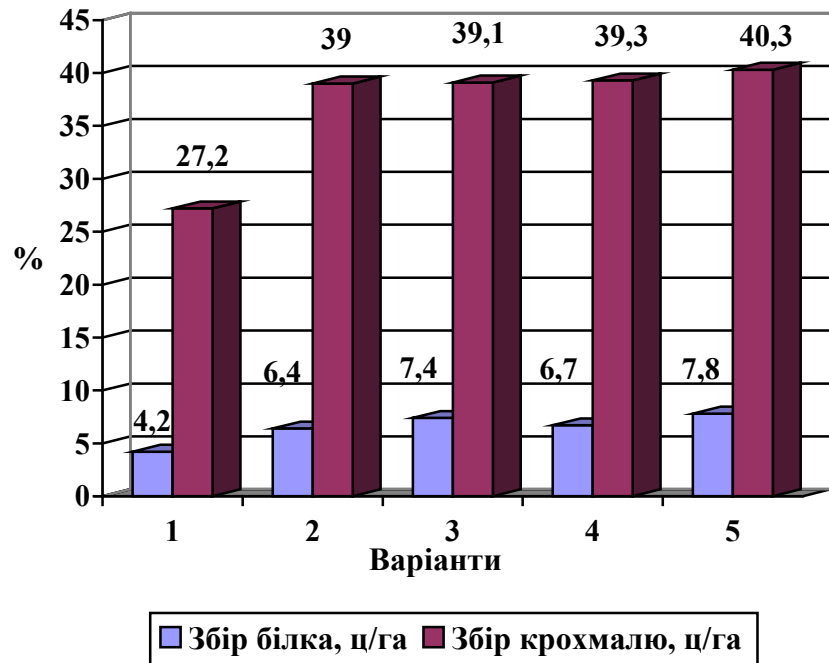


Рисунок 3.1 – Збір білка та крохмалю залежно від різних форм азотних добрив

Що стосується впливу різних азотних добрив на ще один важливий показник якості зерна ячменю ярого, який визначає напрям його використання є вміст крохмалю який впливає власне на екстрактивність зерна. Згідно встановлених нормативних вимог крохмалю повинно бути в зерні ячменю ярого яке використовується на пивоварні цілі не менше 63-65%.

В умовах проведеного дослідження вміст крохмалю в зерні ячменю ярого зменшувався на варіантах де застосовували мінеральні азотні добрива порівняно з контролем без добрив на якому він був найвищим та становив 68,6%.

Внесення на фосфорно-калійному фоні азотних мінеральних добрив сульфату амонію та аміачної селітри в нормі N_{60} під передпосівну культивування забезпечило отримання зерна із достатньо високим вмістом крохмалю на рівні відповідно 67,1 і 66,4%. Застосування аналогічної норми азотних добрив внесеною карбамідом сприяло одержанню зерна із вмістом крохмалю 63,0%, або забезпечило збір крохмалю 39,1ц/га. З роздільним

внесенням норми N_{60} аміачної селітри (половину під передпосівну культивуацію, а іншу половину в підживлення у фазу початку виходу в трубку) рівень крохмалю в зерні ячменю ярого був найнижчим 62,7%, що було меншим від вимог нормативно допустимих до пивоварного ячменю.

Таким чином мінеральні азотні добрива збільшують урожайність зерна ячменю ярого разом з тим покращують якісні показники, залежно від яких залежить його різне цільове використання.

3.6 Економічна ефективність вирощування ячменю ярого

В умовах ефективного розвитку ринкових відносин першочергового значення набуває економічна оцінка тих чи інших відповідних агрозаходів. Особливо це актуально та важливо для технологій виробництва високоякісної продукції рослинництва яка є досить затребувана на ринку.

Розрахунок граничного чистого прибутку є важливою економічною перспективою, яка допомогла пояснити реакцію фермерів на рішення про внесення добрив [67]. Економічна ефективність вирощування ярого ячменю більшою мірою визначається напрямком його використання.

На даний момент багато фермерів і господарств різних форм власності зменшують посівні площі ячменю ярого через різке зниження рівня рентабельності внаслідок в першу чергу низьких закупівельних цін та високої вартості мінеральних добрив. Тому, власне дуже важливим та актуальним є пошук раціонального та економічно доцільного застосування певних форм азотних мінеральних добрив.

На час проведення досліджень та економічних розрахунків ціна 1 тонни ячменю ярого який відповідає пивоварним властивостям становила 8000 грн, а який йде на продовольчі або кормові цілі – 7000 грн. За такої вартості зерна рівень рентабельності вирощування ячменю ярого в проведених наших дослідженнях становив 34,9-99,5% (табл. 3.9).

Дослідженнями встановлено, що всі досліджувані форми азотних добрив забезпечили збільшення основних економічних показників порівняно

із контрольним варіантом на якому було отримано найменший умовно чистий прибуток 7167 грн при рівні рентабельності 34,9%.

Таблиця 3.9

**Економічна ефективність вирощування ячменю ярого
залежно від різних форм азотних добрив**

№ вар.	Рівень удобрення	Врожай-ність зерна, ц/га	Вартість валової продукції, грн./га	Витрати, грн./га	Собівартість 1 ц зерна, грн.	Умовно чистий прибуток грн./га	Рівень рентабельності, %
1.	Контроль (без внесення добрив)	39,6	27720	20553	5190	7167	34,9
2.	P ₆₀ K ₆₀ + N ₆₀ (сульфат амонію)	58,1	46480	24786	4266	21694	87,5
3.	P ₆₀ K ₆₀ + N ₆₀ (карбамід)	62,1	43470	23478	3781	19992	85,2
4.	P ₆₀ K ₆₀ + N ₆₀ (аміачна селітра)	59,2	47360	23737	4010	23623	99,5
5.	P ₆₀ K ₆₀ + N ₃₀ + N ₃₀ (аміачна селітра)	64,2	44940	24237	3775	20703	84,4

Ціни станом на 2024 рік (вартість пивоварного ячменю 8000 грн/т, продовольчого та фуражного – 7000 грн./т)

Оцінка економічної ефективності систем удобрення ячменю ярого у яких всю норму N₆₀ азотних добрив у вигляді сульфате амонію та аміачної селітри вносили під передпосівну культивуацію забезпечили отримання зерна пивоварного напрямку використання при цьому було отримано найвищий умовно чистий прибуток відповідно 21694 і 23623 грн та рівень рентабельності 87,5 і 99,5%.

Системи мінерального удобрення з внесенням під ячмінь ярий карбаміду N₆₀ у передпосівну культивуацію та дробного внесення аміачної

селітри (N_{30} у передпосівну культивуацію + N_{30} у підживлення на початку виходу в трубку) забезпечили отримання максимальної урожайності та якості зерна продовольчого та кормового призначення, внаслідок чого відповідно умовно-чистий прибуток 19992 і 20703 грн та рівень рентабельності 85,2 і 84,4% були меншими.

Таким чином, розрахунок економічної ефективності вирощування ячменю ярого показав, що азотні мінеральні добрива через доволі високу свою вартість мали найбільший суттєвий вплив на структуру виробничих витрат. Через військові дії, економічну нестабільність, високу вартість мінеральних добрив та відповідно доволі низькі закупівельні ціни на зерно, найвища економічна ефективність спостерігається при внесенні під ячмінь ярий на фосфорно-калійному фоні $P_{60}K_{60}$ всієї норми N_{60} азотних добрив аміачної селітрою під передпосівну культивуацію.

3.7 Енергетична ефективність вирощування ячменю ярого

З метою об'єктивнішого підходу до технологічних прийомів, запропонованих для підвищення врожайності сільськогосподарських культур загалом та ячменю ярого зокрема проводять їх енергетичну оцінку [22].

В технології вирощування ячменю ярого в складі антропогенної енергії, яка витрачається рослинами значну питому вагу мають добрива, особливо азотні, оскільки на їх енергомістке виробництво витрачається багато енергії природного походження.

Дослідження показали, що рівень мінерального азотного удобрення мав значний вплив на енергетичну ефективність вирощування ячменю ярого. За даними проведених наших розрахунків енерговитрати загальні на 1 га ячменю ярого зростали впершу чергу за рахунок збільшення витрат на азотні добрива становлять від 52920 до 53770 МДж енергії (табл. 3.10).

Проведені дослідження показали, що найвищий приріст енергії 51839 МДж забезпечило роздільне внесення у два прийоми на фосфорно-

калійному фоні аміачної селітри. Однак, слід зазначити дана система удобрення хоча забезпечила і найвищу енергоємність отриманого урожаю 105609 МДж, була разом з тим найбільш енергомістка 53770 Мдж/га. Але не дивлячись на це, власне за даної системи удобрення було отримано найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності (K_{ee}) 1,96 порівняно із іншими досліджуваними варіантами та контролем без добрив.

Таблиця 3.10

**Енергетична оцінка вирощування ячменю ярого
залежно від різних форм азотних добрив**

№ вар.	Рівень удобрення	Всього енергетичних витрат, МДж	Енергоємність добрив, МДж	Енергоємність урожаю, МДж	Приріст енергії, МДж	Коефіцієнт енергетичної ефективності (K_{ee})
1.	Контроль (без внесення добрив)	45458	-	65142	19684	1,43
2.	$P_{60}K_{60} + N_{60}$ (сульфат амонію)	52920	6462	95575	42655	1,81
3.	$P_{60}K_{60} + N_{60}$ (карбамід)	52920	6462	102155	49235	1,93
4.	$P_{60}K_{60} + N_{60}$ (аміачна селітра)	52920	6462	97384	44464	1,84
5.	$P_{60}K_{60} + N_{30} + N_{30}$ (аміачна селітра)	53770	6462	105609	51839	1,96

У досліджуваних варіантах із внесенням під передпосівну культивуацію всієї норми карбаміду було отримано достатньо високий показник приросту енергії 49235 МДж та коефіцієнт енергетичної ефективності 1,93, це свідчило про перевищення отриманої валової енергії врожаю ячменю ярого над витраченою непоновлюваною енергією.

Застосування в умовах досліду сульфату амонію та аміачної селітри, загально норму добрив яких N_{60} вносили під передпосівну культивуацію, забезпечило менші приросту енергії порівняно із попередніми системами

удобрення на рівні відповідно 42625 і 44464 МДж, внаслідок меншої врожайності зерна ячменю ярого. При цьому, слід зазначити коефіцієнти енергетичної ефективності були також нижчими і становили 1,81 і 1,84. Найнижчі показники енергетичної ефективності в умовах дослідів були отримані на контрольному варіанті, у якому не дивлячись на найнижчі енерговитрати 45458 МДж була також енергоємність урожаю невеликою 65142 МДж через недостатній врожай ячменю ярого (табл. 3.10).

Таким чином, застосування різних форм азотних добрив під ячмінь ярий на фосфорно-калійному фоні суттєво впливали на енергетичну ефективність його вирощування збільшуючи прирости отриманої енергії та коефіцієнт енергетичної ефективності.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРИРОДНОГО НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Охорона навколишнього природного середовища, екологічна норма, збереження природних ресурсів для нащадків – ця проблема набула великої актуальності, проте щоб успішно охороняти наші землі, водойми і атмосферу від забруднення, потрібно розуміти їх цінність і змінити своє ставлення до них і того що вони нам дають, а ми байдужо, необдуманно використовуємо а часто знищуємо це багатство, яке пізніше не зможемо повернути, відтворити. Проблема охорони природного середовища вже переросла рамки біологічної проблеми і набула багатогранного характеру: соціально-економічного, гігієнічного, техніко-технологічного, філософського та інших.

Кризовий стан навколишнього середовища в сільськогосподарських ландшафтах породжений багатьма об'єктивними і суб'єктивними причинами. Одна з них – відсутність науково-обґрунтованої системи охорони навколишнього природного середовища в сільському господарстві. В кращому випадку в господарстві є план природоохоронних заходів, які складаються скоріше всього з випадкових і мало пов'язаних між собою заходів.

Саме тому, розробка системи охорони навколишнього природного середовища повинна базуватися на основі науково обґрунтованої концепції, яка включає в себе характеристику об'єкта (в даному випадку – сільськогосподарське виробництво), оцінку впливу на навколишнє середовище, прогноз її зміни і систему заходів по попередженню негативних змін.

4.1 Охорона землі

Головним засобом виробництва в сільському господарстві є земля. Виняткова роль землі як головного засобу виробництва в сільському

господарстві зумовлена рядом особливостей, які істотно відрізняють її від інших засобів. В нашому господарстві приділяють увагу охороні земель. Рельєф місцевості в господарстві різноманітний, є деякі поля, які мають схил до 6 – 8 градусів, що сприяє розвитку ерозійних процесів. Для послаблення ерозії ґрунтів застосовують заходи, які сприяють затриманню води на схилах. Ефективним заходом є оранка впоперек схилу і залуження еродованих земель.

Землі належить особливе місце серед матеріальних факторів, потрібних для життя людини. Вона є природною і незамінною основою будь якого виробництва, з нею нерозривно пов'язаний розвиток людського суспільства. Без землі неможливе ніяке виробництво, неможливе й саме існування людини. Характеризуючи значення землі в суспільному виробництві можна сказати, що земля – це велика лабораторія, арсенал, який дає і засіб праці, і матеріал праці, і місце для проживання, тобто базис колективу [73].

У сільському господарстві земля є не лише матеріальною основою цієї галузі. Планомірне і раціональне використання її має важливе значення в економіці суспільства, в розвитку продуктивних сил. Саме тут земля виступає активним учасником виробництва, виконуючи ще дві функції: під час обробітку та інших заходів, спрямованих на її поліпшення (удобрення, зрошення, осушення тощо), земля є предметом праці, на який людина діє в процесі виробництва, і знаряддям праці, за допомогою якого людина діє на вирощуванні культури.

4.2 Охорона водних ресурсів

Дуже цінним природнім багатством на землі є вода. Роль води в житті усього живого на землі досить багатогранна, а особливо у житті людини. Вона входить до складу організму людини і рослин. З її допомогою люди харчуються, а рослини дістають з ґрунту поживні речовини. Вода бере безпосередню участь у синтезі органічних сполук, захищає рослинний

організм від перегрівання. З її участю в рослині відбувається і ряд інших життєво важливих процесів.

Одним з першочергових завдань санітарного нагляду є охорона джерел водопостачання від забруднення. Поступове накопичення у воді малотоксичних отрутохімікатів може послужити причиною хронічних отруєнь і захворювань. Діють міждержавні стандарти, які визначають основні напрямки охорони водних ресурсів від забруднення мінеральними добривами і пестицидами. Згідно них, при здійсненні господарської діяльності необхідно не допускати забруднення поверхневих і підземних вод забруднювачами [15].

Внесення добрив і пестицидів проводяться лише за планом, їхнє використання реєструється в журналі, вказується кількість фактично внесених добрив і пестицидів, розмір обробленої території, способи і строки внесення.

Не допускається внесення пестицидів при швидкості руху агрегату більше 5 м/с. Місце зберігання добрив і хімічних речовин необхідно оберігати від затоплень, щоб шкідливі речовини не потрапили у поверхневі і підземні води. Їх слід зберігати у водонепроникних сховищах.

Миття тари, машин і обладнання забруднених пестицидами слід проводити на спеціальних майданчиках. Стічні води, які залишаються після миття, очищають [47].

Великої шкоди завдає забруднення річок і водоймищ гноївкою. Це спричиняється тим, що сечозбірник переповнений, його ніхто не очищає і в період дощів гноївка, разом з дощовими водами, стікає в озера і в водоймища. Про збереження чистоти озер, річок і ставків повинні дбати люди. Тільки таким чином ми можемо зберегти чистоту водойм, зберегти ці озера і ставки для наступних поколінь.

4.3 Охорона повітря

Одним із основних життєво важливих елементів навколишнього середовища, його життєдайним джерелом є повітря атмосфери. Атмосферне повітря відноситься до категорії невичерпних ресурсів, але інтенсивний розвиток промисловості, сільського господарства, міст і збільшення кількості транспортних засобів посилюють негативний антропогенний вплив на атмосферу, тому проблема охорони повітря стає все більше актуальною і глобальною.

При охороні атмосферного повітря важливим є систематичний контроль за його станом та виявлення джерел його забруднення. Охорона атмосферного повітря в господарстві і в країні в цілому ще не поставлена на належний рівень. Так, тваринницькі ферми побудовані недалеко від житлових будинків. При нагромадженні великої кількості гною і недотриманні умов його зберігання виникає небезпека утворення газоподібних органічних сполук азоту. Крім аміаку, летких азотовмісних речовин із гною виділяється і вільний сірководень. Також можна спостерігати серйозні порушення при зберіганні і внесенні аміачної води і безводного аміаку. У вихлопних газах автомобілів і тракторів спостерігається підвищений вміст окису вуглецю, що перевищує гранично допустимі концентрації.

4.4 Охорона флори і фауни

Однією з найбільш важливих складових частин біосфери, що виконує основну біохімічну і енергетичну роль є рослинний світ. Зелені рослини, трансформуючи сонячну енергію і утворюючи органічні сполуки з неорганічних й виділяючи кисень, мають космічне значення.

Рослини – найважливіший фактор ґрунтоутворення. Рослинність захищає ґрунти від водної і вітрової ерозії. Поглинаючи значну кількість вуглекислого газу, рослини значною мірою регулюють газовий склад атмосфери. Тобто, рослини виконують надзвичайно важливу роль у біосфері.

Рослинний світ є біоенергетичною основою існування і розвитку всіх форм органічного життя. Фотосинтезуючі рослини – це початок усіх зв'язків живлення у біосфері.

Важливим біотичним чинником впливу на екологічні системи довкілля є також тваринний світ. Сільськогосподарська діяльність впливає на тваринний світ, змінює місце їх поширення. Інтенсивне розорювання, осушення або обводнення, застосування мінеральних добрив та отрутохімкатів витісняє тварин з певного ареалу поширення. В господарстві з метою збереження і примноження корисної флори і фауни здійснюють ряд заходів.

У боротьбі з шкідниками, хворобами та бур'янами замість хімічних методів набувають все більшого значення біологічні та агротехнічні методи, які є простими, дешевими, ефективними та екологічно безпечними. Це правильне чергування культур у сівозміні, насичення сівозміни на 40-60% проміжними посівами, правильний (диференційований) обробіток ґрунту в сівозміні тощо.

Якщо проводять обприскування посівів інсектицидами, то завчасно попереджують про це в навколишніх населених пунктах, щоб завдати якнайменшої шкоди бджільництву.

На посівах ячменю ярого зовсім не використовуються засоби хімічного захисту ні від шкідників та хвороб (за винятком протруювання насіння та від бур'янів). Тобто, є можливість одержання справді екологічно чистої, дієтичної продукції.

Тематика наших досліджень з погляду екологічної експертизи є абсолютно безпечною. Норми висіву ячменю ярого є тим джерелом збільшення врожайності, яке не завдає абсолютно ніякої шкоди природному середовищу. Дози добрив, що вносяться в досліді, є помірними. А строки їх застосування сприяють ефективному їх засвоєнню рослинами, що зменшує загрозу забруднення довкілля.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ

5.1 Аналіз стану охорони праці та цивільної оборони в господарстві

Впровадження інтенсивне в господарстві нової техніки і подальша механізація й автоматизація сільськогосподарського виробництва ставлять підвищені вимоги до дотримання техніки безпеки, правильної організації та профілактичної роботи з охорони праці.

В Україні основні положення з охорони праці встановлені й регламентуються Конституцією України, Кодексом законів про працю, Законом “Про охорону праці”, а також розробленими на їх основі і відповідно до них нормативно-правовими актами.

Охорона праці – це система законодавчих актів, соціально-економічних, організаційних, технічних, гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на створення безпечних умов, збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Управління охороною праці – це підготовка, прийняття і реалізація рішень з здійснення організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних, профілактичних і інших заходів для забезпечення безпечності, збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці. Управління охороною праці входить складовою частиною в загальну систему управління підприємством. Його здійснює керівник підприємства (головний інженер), а також керівники структурних підрозділів.

В господарстві питання охорони праці поставлені на досить високому рівні. Тут регулярно перевіряється посадовими особами стан охорони праці, вимагається дотримання всіма працівниками діючих стандартів ССБП, норм і правил, інструкцій з охорони праці; впроваджуються прогресивні технології вирощування сільськогосподарських культур, які забезпечують заміну монотонної ручної праці механізованою і автоматизованою, проводиться навчання робітників і службовців безпечним заходам праці; своєчасно і

якісно проводиться інструктаж з охорони праці; забезпечується проведення атестації і паспортизації санітарно-технічного стану робочих місць; своєчасно підписується колективний договір і угоди з охорони праці [13].

Однак в господарстві є ще ряд недоліків з питань охорони праці. До таких недоліків слід віднести нестачу засобів індивідуального захисту працівників. Немає в господарстві і кабінету охорони праці, а є лише оформлений стенд в якому розміщена інформація, інструкції і розпорядження з охорони праці. Досить часто працівники які зайняті на роботах з хімічного захисту рослин не забезпечені спецхарчуванням. Про те слід зазначити, що з такими працівниками регулярно проводиться спеціальне навчання а також регулярно проводиться їх медогляд.

В господарстві створений спеціальний фонд з охорони праці. Працівники не несуть ніяких витрат на ці заходи. В господарстві кошти вказаного фонду використовуються тільки на виконання заходів, що забезпечують доведення умов і безпеки праці до нормативних вимог або підвищення існуючого рівня охорони праці в господарстві.

Аналізуючи умови праці і побуту працівників господарства слід відмітити, що керівництво прикладає максимум зусиль для створення хороших умов праці.

5.2 Покращення техніки безпеки, гігієни праці і пожежної безпеки при вирощуванні ячменю ярого

При виконанні робіт пов'язаних із вирощуванням ячменю ярого необхідно дотримуватися вимог техніки безпеки.

Використання в сільськогосподарському виробництві тракторів, сільськогосподарських машин, пестицидів, мінеральних і органічних добрив підвищує не тільки продуктивність, але і значно полегшує працю людини. Та невміле користування технікою, незнання і недотримання вимог техніки безпеки і охорони праці призводить до виробничих травм і професійних захворювань [1].

До роботи на сільськогосподарських машинах допускаються особи, які знають обладнання машин й техніку безпеки. Керівником господарства затверджується маршрут руху агрегату на поле. До початку проведення культивуації поля перевіряють кріплення частин культиватора. Для роботи групи машин призначають старшого з найбільш досвідчених трактористів, який відповідає за роботу агрегатів у загінці, стежить, щоб відстань між тракторами була в межах 30-40 м.

Перед сівбою ячменю ярого необхідно перевірити комплектність і надійність кріплення всіх механізмів і вузлів посівних машин, змастити тертьові поверхні, переконатись у наявності захисних огорожень та відсутності сторонніх предметів в зернотукових ящиках, бункерах, живильних ковшах.

Не дозволяється робити крутих поворотів, якщо робочі органи заглиблені в ґрунт, бо це може призводити до поломок і аварій. Перед поворотом робочі органи виглиблюються, а на початку прямолінійного руху знову повертаються в робоче положення. При роботі на машинах забороняється: знаходитись між трактором і знаряддям, сідати на машину і сходити з трактора під час руху агрегату, регулювати і змашувати знаряддя на ходу.

Перед початком руху агрегату тракторист повинен дати сигнал, щоб люди, які знаходяться близько, відійшли від машини; посівний агрегат дозволяється пускати в роботу тільки після сигналу сівача, який свідчить про, що щільно зачинені і закріплені гачками кришки насінних і тукових балок. Забороняється під час руху заправляти сівалку насінням і добривами. Маркер в робоче або транспортне положення треба встановлювати тільки після повної зупинки агрегату. При цьому робітник повинен знаходитися ззаду маркера.

Забороняється під час руху агрегату переходити з однієї сівалки на іншу. Тракторний агрегат можна круто повертати тільки на малій швидкості. Перед початком руху агрегату тракторист повинен дати сигнал, щоб люди,

які знаходяться близько, відійшли від машини; посівний агрегат дозволяється пускати в роботу тільки після сигналу сівача, який свідчить про, що щільно зачинені і закріплені гачками кришки насінних і тукових балок. Забороняється під час руху заправляти сівалку насінням і добривами. Маркер в робоче або транспортне положення треба встановлювати тільки після повної зупинки агрегату. При цьому робітник повинен знаходитися ззаду маркера.

При заточуванні робочих органів а також в умовах надмірної запиленості користуються захисними окулярами. Вносити отрутохімікати, гербіциди забороняється людям, які не пройшли інструктажу з правил їх застосування, транспортування, зберігання та обслуговування машин.

Проводити технічне обслуговування апаратури відкривати нагнітальні клапани, очищати наконечники можна тільки після зняття тиску в системі. Категорично забороняється працювати на обприскуванні без засобів індивідуального захисту. Забороняється курити й приймати їжу, можна тільки в спеціально відведеному місці - не ближче 100м від місця роботи.

Навіть на короткий час не можна залишати без догляду отрутохімікати, тару й апаратуру з під них. Перед початком збиральних робіт одержавши інструктаж з техніки безпеки і розписавшись в журналі його реєстрації, комбайнер повинен ознайомитись з маршрутом руху, вивчити рельєф поля, відмітити місця поворотів. Перед рушенням з місця подається звуковий сигнал.

Не дозволяється керувати комбайном стороннім особам не закріпленим за даним комбайном наказом по господарству. Якщо необхідно в польових умовах усунути несправність, то після зупинки комбайна на рівній ділянці поля треба вимкнути двигун, а на рульовому колесі вивісити табличку «Не включати! Працюють люди» . Не дозволяється виходити з кабіни під час руху та залишати комбайн з працюючим двигуном.

Під час вивантажування зерна неможна перебувати на кузові транспортного засобу, розрівнювати зерно, стояти під вивантажувальним шнеком, переходити з комбайна в кузов і навпаки.

При скиртуванні соломи колеса стогокладів встановлюють на максимальну ширину, це підвищує їх поперечну стійкість. Під час руху не дозволяється піднімати навантажені соломою вила вище 1,5 м від поверхні землі. Робота стогокладів допускається на схилах крутизною не більше 3-6.

Система протипожежного захисту – це сукупність організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на запобігання дії на людей небезпечних факторів пожежі і обмеження збитку від неї. Оскільки мінеральні добрива можуть створювати пожежовибухову небезпеку, склад де вони зберігаються, обладнують технічними засобами, стелажми, піддонами, а щитами розділяють на окремі відсіки. Через вибухопожежні властивості розміщують окремо сухі мінеральні (крім селітри) і зріджені добрива, селітри. Добрива затарені в мішках укладають стосами на спеціальних щитах. Не дозволяється зберігати добрива біля опалювальних приладів і печей ближче 2 м [15].

Склади мінеральних добрив обладнують первинними засобами пожежогасіння. Склади розміщують відповідно існуючих правил і санітарних норм та обладнують необхідними пристроями, засобами захисту і пожежогасіння. При роботі на машинах забороняється: знаходитись між трактором і знаряддям, сідати на машину і сходити з трактора під час руху агрегату, регулювати і змашувати знаряддя на ходу. Працювати з навісними машинами забороняється при наявності людей в зоні розвороту трактора і навісної машини. Робітники на ґрунтообробних машинах повинні працювати в рукавицях і захисних окулярах. Зубові борони слід очищати державкою з гачком.

5.3. Захист населення від надзвичайних ситуацій

Як відомо, що по відношенню до населення одним із найважливіших завдань держави є його захист у випадку загрози виникнення надзвичайних ситуацій. За умови надзвичайної ситуації в окремому регіоні чи державі в цілому захист населення є системою загальнодержавних заходів, які реалізуються центральними і місцевими органами виконавчої влади, виконавчими органами рад, органами управління з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту, підпорядкованими їм силами та засобами підприємств, установ, організацій незалежно від форм власності, добровільними формуваннями, що забезпечують виконання організаційних, інженерно-технічних, санітарногігієнічних, протиепідемічних та інших заходів у сфері запобігання та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

Під час надзвичайних ситуацій основним завданням захисту населення є:

- забезпечення готовності органів управління, сил і засобів для дій, призначених для запобігання виникненню надзвичайних ситуацій;
- розроблення та забезпечення заходів щодо запобігання виникненню надзвичайних ситуацій;
- повідомлення населення про загрозу та виникнення надзвичайних ситуацій;
- організація захисту населення та надання безкоштовної медичної допомоги;
- проведення рятувальних та інших невідкладних робіт щодо ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій та організація життєзабезпечення населення, що зазнало впливу надзвичайних ситуацій;
- навчання та тренування населення способів захисту в разі виникнення надзвичайних ситуацій.

Під час надзвичайних ситуацій загрози життєво важливим інтересам населення, довкілля чи суспільству в цілому поділяються на зовнішні та внутрішні, що виникають внаслідок техногенних екологічних катастроф, природних катаклізмів чи воєнних конфліктів.

На території господарства немає об'єктів, які можуть призвести до екологічних катастроф техногенного характеру. Проте за умови порушення правил експлуатації до потенційно-небезпечних об'єктів можна віднести склад отрутохімікатів, заправочну станцію автотракторного парку, газову магістраль.

Через територію господарства не протікає річка, яка б створювала загрозу катастрофічної повені. Територія господарства не належить також до сейсмічно активної зони, тобто немає загрози землетрусів. Проте погодні умови в окремі роки створюють небезпечні ситуації: сильні грози з градом катастрофічних розмірів, шквальні вітри, обледеніння ліній електропередач.

З метою захисту населення від надзвичайних ситуацій, що можуть скластися, як природного, так і техногенного характеру, слід проводити із населенням інструктажі щодо поведінки їх у тій чи іншій ситуації, де можна отримати допомогу. У випадку насування несприятливих атмосферних фронтів слід повідомити про це населення і порадити, як поводитись у можливій критичній ситуації.

В господарстві питання охорони праці поставлені на досить високому рівні. Однак в цьому напрямку є також і ряд недоліків. Для їх усунення необхідно реалізувати наступні заходи:

1. Забезпечити працівників засобами індивідуального захисту в повній мірі;
2. Працівників, зайнятих на шкідливому виробництві забезпечити, спецхарчуванням;
3. Забезпечувати працівників спецодягом, захисними окулярами та рукавицями;
4. Впроваджувати у виробництво прогресивні технології вирощування сільськогосподарських культур, які б звели до мінімуму ручну одноманітну працю.

Запропоновані заходи дозволили б покращити умови безпечної праці при вирощуванні ячменю ярого.

ВИСНОВКИ

На основі отриманих результатів проведених досліджень з ячменем ярим сортом РЖТ Планет в ТОВ «ВОЛИНЬ НОВА» (Дільниця Горинка) Кременецького району Тернопільської області на темно-сірому опідзоленому легкосуглинковому ґрунті можна зробити наступні висновки:

1. Протягом вегетаційного періоду ячменю ярого зниження рН ґрунтового розчину спостерігалось в період максимального використання елементів живлення у фазу виходу рослин у трубку.
2. Досліджувані форми мінеральних азотних добрив сульфат амонію та аміачна селітра, внесені нормою N_{60} у передпосівну культивуацію на темно-сірому опідзоленому ґрунті, мали тенденцію до незначного підкислення ґрунтового розчину на 0,05-0,12 одиниці, а застосування карбаміду практично не змінювало обмінну кислотність на протязі вегетації ячменю ярого порівняно з контрольним варіантом.
3. Всі досліджувані форми азотних добрив збільшували в темно-сірому опідзоленому легкосуглинковому ґрунті вміст нітратного азоту порівняно із контрольним варіантом без внесення добрив у фазу кушення на 7,2-10,1 мг/кг, у фазу виходу в трубку 5,9-9,0 мг/кг, повної стиглості 6,8-7,4 мг/кг ґрунту.
4. Протягом вегетаційного періоду ячменю ярого досліджувані форми азотних добрив збільшували порівняно із контрольним варіантом вміст аміачного азоту як в орному так і підорному шарах темно-сірого опідзоленого ґрунту. При цьому різниця відносно контролю без добрив складала у фазу кушення 3,0-6,8 мг/кг, виходу в трубку 3,9-7,6 мг/кг, а повної стиглості – 2,5-3,1 мг/кг.
5. Внесення азотних добрив пролонгованої дії (карбаміду) нормою N_{60} в передпосівну культивуацію та роздільне застосування аміачної селітри у два прийоми (N_{30} у передпосівну культивуацію + N_{30} підживлення на початку виходу в трубку) сприяли збільшенню концентрації нітратного

та амонійного азоту в темно-сірому опідзоленому ґрунті на протязі всієї вегетації ячменю ярого.

6. Дослідженні форми мінеральних азотних добрив суттєво не вплинули на динаміку та вміст у темно-сірому опідзоленому легкосуглинковому ґрунті рухомого фосфору та обмінного калію.
7. Застосування на темно-сірому опідзоленому ґрунті аміачної селітри N_{60} в два прийоми (N_{30} у передпосівну культивуацію + N_{30} підживлення на початку виходу рослин у трубку) та аналогічної норми карбамідом забезпечило отримання найвищої врожайності зерна ячменю ярого на рівні 64,2 і 62,1 ц/га та з високим вмістом білка 12,1 і 11,9% зумовивши кормову спрямованість його використання.
8. Використання на фосфорно-калійному фоні ($P_{60}K_{60}$) аміачної селітри та сульфату амонію нормою N_{60} у передпосівну культивуацію забезпечило формування врожайності зерна ячменю ярого на рівні 59,2 і 58,1 ц/га з вмістом білка 11,3 і 11,1%, що відповідає вимогам пивоварного призначення і зумовлює отримання найвищого умовно-чистого прибутку 21694-23623 грн/га при рівні рентабельності 87,5-99,5 %.
9. Аналіз економічної ефективності застосування досліджуваних форм мінеральних азотних добрив показав, що найбільший умовно-чистий прибуток з одного гектара 23623 грн і рівень рентабельності 99,5% були отримані при внесенні на фосфорно-калійному фоні аміачної селітри N_{60} під передпосівну культивуацію.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для отримання високого врожаю зерна ячменю ярого сорту РЖТ Планет, яке відповідає вимогам пивоварного призначення, на темно-сірих опідзолених легкосуглинкових ґрунтах Тернопільського Поділля пропонуємо вносити на фосфорно-калійному фоні $P_{60}K_{60}$ азотні добрива N_{60} у формі аміачної селітри в передпосівну культивуацію. Використання аналогічної норми азотних добрив аміачною селітрою у два прийоми ($N_{30}+N_{30}$) та карбамідом N_{60} , забезпечує зростання врожайності та вмісту білка зумовлюючи кормову спрямованість використання зерна.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Агрохімічний аналіз. / М.М. Городній, А.В. Бикін та ін. За ред. М.М. Городнього. К.: Арістей, 2007. 624 с.
2. Артем'єва К.С. Зміни азотного режиму чорнозему типового за умов внесення рідких органо-мінеральних добрив. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2015. 85. С. 120-124.
3. Барат Ю.М. Урожайність та якість зерна пивоварних сортів ярого ячменю залежно від мінерального живлення. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2007. №4. С. 205-2008.
4. Бронікова Л.Ф. Зміна кислотності темно-сірих лісових ґрунтів за різних технологічних чинників їх використання. *Сільське господарство та лісівництво*. 2016. №4. С. 26-33.
5. Броцак І.С., Гевко Р.Б., Никеруй С.С., Вітровий А.О., Ориник Б.І., Скаржинський В.Ф. Моніторинг ґрунтів, шляхи покращення родючості та екологічної безпеки земель тернопільської області: монографія. Тернопіль: Видавн.-поліграф. центр «Економічна думка», 2013. 160 с.
6. Волкогон В.В. Мікробіологічна трансформація сполук азотук в ґрунтах агроценозів. Ніжин: ПП Лисенко М.М., 2017. 192 с.
7. Волкогон К., Луценко Н. Особливості біологічної трансформації азоту і фосфору в ризосфері ярого ячменю при застосуванні мікрогуміну. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2006. 3. С. 66-80.
8. Гораш О.С., Климишина Р.І. Вплив позакореневого підживлення рослин пивоварного ячменю на структуру консистенції ендосперму зерна. *Вісник аграрної науки*. 2020. №1(802). С. 26-31.
9. Гораш О.С., Климишена Р.І. Ячмінь: управління ростом і розвитком. Кам'янець-Подільський, 2021. 312 с.
10. Господаренко Г.М. Агрохімія. К: ТОВ «СІК ГРУПІ УКРАЇНА», 2015. 376 с.

11. Господаренко Г.М. Агрохімія мінеральних добрив. К.: Науковий світ, 2003. 136 с. 8. Войтова Г.П. Вплив систем удобрення на урожайність ячменю ярого в умовах Правобережного Лісостепу. *Зернові культури*. Том 5. № 1. 2021. С. 72-77.
12. Господаренко Г.М., Мартинюк А.Т., Бойко В.П. Засвоєння і винесення основних елементів живлення ячменем ярим за різного удобрення. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2020. №2. С. 56-61.
13. Господаренко Г.М. Основи інтегрованого застосування добрив. К.: ЗАТ «НІЧЛАВА», 2002. 344 с.
14. Григорів Я. Піде на пиво! *Зерно*. 2018. №9. С. Режим доступу: <https://www.zerno-ua.com/journals/2018/sentyabr-2018-god/pide-na-pivo/>
15. Добрива: довідник / За ред. М.М. Мірошніченка. Х.: ТОВ «Майдан», 2011. 224 с.
16. ДСТУ 3769-98. Ячмінь. Технічні умови. [Чинний від 1998-01-07]. Київ, Держспоживстандарт України. 2018. 49 с.
17. Іванюк В., Гнатів П., Оліфір Ю. Вплив азотних добрив на формування врожаю зерна кукурудзи й ефективність використання азоту. *Вісник ЛНУП : агрономія*. 2022. С. 170-176.
18. Катрій В.Б., Рибалка О.І., Моргун Б.В. Фізіолого-біохімічні та генетичні особливості ячменю як продукту функціонального харчування. *Фізіологія рослин і генетика*. 2021. 53, № 6. С. 463-483.
19. Копчик З.М. Пивоварний ячмінь на заході України (технологія вирощування) : монографія. Львів : Сполом, 2007. 151 с.
20. Лихочвор В.В. Мінеральні добрива та їх застосування. Львів: НВФ «Українські технології», 2008. 312 с.
21. Лихочвор В.В., Петриченко В. Ф. Фізіологічна роль елементів живлення та системи удобрення польових культур. Підручник. 3-тє видання, перероблене. Львів: Растр-7, 2021. 288 с.
22. Лихочвор В., Потопляк О., Бомба М., Дудар І., Литвин О., Дудар О.

- Урожайність та біоенергетична оцінка вирощування ячменю ярого залежно від удобрення та захисту рослин від хвороб. *Вісник Львівського національного аграрного університету: Агронімія*. 2015. № 19. С. 44-48.
23. Лихочвор В.В., Проць Р.Р., Долежал Я. Ячмінь. Львів: НВФ "Українські технології", 2003. 88 с.
24. Медведовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. К.: Урожай, 1988. 208 с.
25. Методика визначення економічної ефективності застосування добрив. К.: Урожай, 1966. 14 с.
26. Методи визначення показників якості продукції рослинництва. Міністерство аграрної політики та продовольства України. Український інститут експертизи сортів рослин. К. 2016. Режим доступу. <https://sops.gov.ua/uploads/page/5a5f41997447d.pdf>
27. Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення : керівний нормативний документ. За ред. Яцука І. П., Балюка С. А. – 2-ге вид., допов. К. 2019. 108 с.
28. Наукове забезпечення сталого розвитку сільського господарства в Лісостепу України. К. : Алефа, 2003. 886 с.
29. Носко Б.С. Азотний режим ґрунтів і його трансформація в агроєкосистемах. Х: Міськдрук, 2013. 130 с.
30. Оліфір Ю.М., Партика Т.В., Гавришко О.С. Вплив тривалих антропогенних навантажень на динаміку мінеральних форм нітрогену ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту під ячменем ярим. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 67(І). С. 115-127.
31. Основи наукових досліджень в агрономії / В.О. Єщенко, П.Г. Копитко, В.П. Опришко, П.В. Костоґриз. К. : Дія, 2005. 288 с.
32. Паламарчук В.Д., Доронін В.А., Колісник О.М., Алексєєв О.О. Основи насіннезнавства (теорія, методологія, практика): монографія. Вінниця:

- ТОВ Друк, 2022. 392 с.
33. Паламарчук В.Д., Колісник О.М. Вплив підживлення азотними добривами на елементи структури урожаю та продуктивність ячменю ярого. *Аграрні інновації*. 2023. №20. С. 56-61.
 34. Петриченко В.Ф., Романюк В.І. Вплив факторів інтенсифікації на якість зерна ячменю ярого в умовах Лісостепу Правобережного. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 105. С. 127-134.
 35. Підвищення родючості кислих ґрунтів : монографія / З. М. Томашівський, Г. С. Коник, О. Й. Качмар, Ю. М. Оліфір ; [за ред. З. М. Томашівського]. 2-ге вид., допов. Львів : СПОЛОМ, 2021. 220 с.
 36. Польовий В. М. Оптимізація систем удобрення у сучасному землеробстві. Рівне: Волинські обереги, 2007. 320 с.
 37. Ресурсозберігаюча технологія вирощування ячменю ярого в умовах східної частини Лісостепу України: методичні рекомендації. Попов С.І., Гутянський Р.А., Авраменко С.В., Кузьменко Н.В. [та ін.]. Інститут рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН. Харків, 2023. 30 с.
 38. Системи удобрення сільськогосподарських культур у землеробстві початку ХХІ століття / За ред. С.А. Балюка та М.М. Мірошніченка. К.: Альфа-стевія, 2016. 400 с.
 39. Тараріко Ю. В. Формування сталих агроєкосистем: теорія та практика. К. : Аграрна наука, 2005. 508 с.
 40. Центилю Л.В., Цюк О.А. Азотний режим чорнозему типового залежно від удобрення і обробітку ґрунту. *Біоресурси і природокористування*. 2019. Т.11, №1-2. С. 107-114.
 41. Шестак В.Г., Гнатів П.С., Іванюк В.Я. Азотне удобрення і стабілізація нітрифікації : наукова монографія. За ред.. П.С. Гнатіва. Львів: Видавець Марченко Т.В., 2023. 168 с.
 42. Шкурко В.С. Вплив погодних умов на врожайність ячменю ярого і можливості прогнозування врожаїв. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2011. № 4. С. 156-159.

43. Ячміннь як продукт функціонального харчування: [монографія]. О.І. Рибалка, Б.В. Моргун, С.С. Поліщук; голов. ред. В.В. Моргун. К.: Логос, 2016. 619 с.
44. Ali M.A., Ghazy A.I., Alotaibi K.D., Ibrahim O.M., Al-Doss, A. A. Nitrogen efficiency indexes association with nitrogen recovery, utilization, and use efficiency in spring barley at various nitrogen application rates. *Agronomy Journal*, 2022. 114(4). 2290-2309.
45. Atav V., Gürbüz M.A., Kayalı E. et al. Efficient nitrogen use: deep fertilizer, urease and nitrification inhibitors. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 2024. 11. 1-12.
46. Beillouin D., Pelzer E., Baranger E., Carrouée B., Cernay C., De Chezelles E., Schneider A., Jeuffroy M. Diversifying cropping sequence reduces nitrogen leaching risks. *Field Crops Research*. 2021. 272. 108268.
47. Bingham I.J., Karley A.J., White P.J., Thomas W.T.B., Russell J.R. Analysis of improvements in nitrogen use efficiency associated with 75 years of spring barley breeding. *European Journal of Agronomy*. 2012. 42. Pp. 49-58.
48. Cameron K.C., Di H.J., Moir J.L. Nitrogen losses from the soil/plant system: A review. *Ann Appl Biol*. 2013. 162. 145–173.
49. Cammarano D., Holland J., Gianinetti A. et al. Impact of Nitrogen and Water on Barley Grain Yield and Malting Quality. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 2024. 024-01999-0. <https://doi.org/10.1007/s42729-024-01999-0>
50. Chandini R.K., Kumar R., Om P. The Impact of Chemical Fertilizers on our Environment and Ecosystem. In *Research Trends in Environmental Sciences*. 2019. Volume 4. pp. 69-86.
51. Chen B., Hou Y., Huo Y., Zeng Z., Hu D., Mao X., Zhong C., Xu Y., Tang X., Gao X., Ma J., Chen G. QTL Mapping of Yield, Agronomic, and Nitrogen-Related Traits in Barley (*Hordeum vulgare* L.) under Low Nitrogen and Normal Nitrogen Treatments. *Plants*, 2023. 13(15). 2137.
52. Fageria N.K., Dos Santos, A.B., De Oliveira, J.P. Nitrogen-use efficiency in lowland rice genotypes under field conditions. *Communications in Soil Science*

- and Plant Analysis*. 2013. 44(17). 2497-2506.
53. FAO. FAOSTAT statistical database. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2022. <http://www.fao.org/faostat/en/#compare>
 54. Grzyb A., Wolna-Maruwka, A., Niewiadomska A. The significance of microbial transformation of nitrogen compounds in the light of integrated crop management. *Agronomy*. 2021. 11. 1415.
 55. Gupta M., Abu-Ghannam N., Gallagher E. Barley for Brewing: Characteristic Changes during Malting, Brewing and Applications of Its by-Products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2010. 9. 318-328. doi: 10.1111/j.1541-4337.2010.00112.x.
 56. Han M., Okamoto M., Beatty P.H., Rothstein S.J., Good A.G. The Genetics of Nitrogen Use Efficiency in Crop Plants. *Annual Review of Genetics*. 2015. 49. 269-289.
 57. Hlisnikovský L., Zemanová V., Roman M., Menšík L., Kunzová E. Long-Term Study of the Effects of Environment, Variety, and Fertilisation on Yield and Stability of Spring Barley Grain. *Plants*. 2023. 13(19). 2745.
 58. Jaeger A., Zannini E., Sahin A.W., Arendt E.K. Barley Protein Properties, Extraction and Applications, with a Focus on Brewers' Spent Grain Protein. *Foods*. 2021. 10(6). 1389.
 59. Jesse G.D., Bonnie L.K., Ricketts T.H. Determining socially optimal rates of nitrogen fertilizer application. *Agric Ecosyst Environ*. 2018. 254. 292-299.
 60. Kassie M., Tesfaye K. Malting Barley Grain Quality and Yield Response to Nitrogen Fertilization in the Arsi Highlands of Ethiopia. *Journal of Crop Science and Biotechnology*. 2019. 22. 225-234.
 61. Kindtler N.L., Sheikh S., Richardy J., Krogh E., Maccario L., Vestergård M., Da Fonseca R.R., Ekelund F., Laursen K.H. Fertilizer regime and cultivar affect barley growth and rhizobiome composition. *Applied Soil Ecology*. 2024. 198. 105384.
 62. Kozera W., Barczak B., Knapowski T., Spychaj-Fabisiak E., Murawska B. Reaction of Spring Barley to NPK and S Fertilization. Yield, the Content of

- Macroelements and the Value of Ionic Ratios. *Rom. Agric. Res.* 2017. 34. 275-285.
63. Liu S., Li Y., Zhang Y., Chen L., Wang T., Li H., Liao Y., Li Y., Zhang G., Han J. Controlled release urea combined with normal urea maintains the N balance and improves the environmental and economic benefits in wheat–maize multiple cropping. *European Journal of Agronomy.* 2025. Volume 163. 127446.
64. Lu J., Bai Z., Velthof G.L., Wu Z., Chadwick D.L. Ma L. Accumulation and leaching of nitrate in soils in wheat-maize production in China. *Agric. Water Manag.* 2019. 212. 407-415.
65. Pampana S., Rossi A., Arduini I. Biosolids Benefit yield and nitrogen uptake in winter cereals without excess risk of N leaching. 2021. *Agronomy.* 11(8). 1482.
66. Panfilova A., Gamayunova, V., Potryvaieva N. The Impact of Nutrition Optimization on Crop Yield and Grain Quality of Spring Barley Varieties (*Hordeum vulgare* L.). *Agraarteadus.* 2021. 32. 111-116. DOI: 10.15159/jas.21.18
67. Pannell D.J. Economic perspectives on nitrogen in farming systems: managing trade-offs between production, risk and the environment. *Soil Res.* 2017. 55. 473-478.
68. Santos C., Bonfim-Silva E., Silva T. Nitrogen and potassium in biomass production and water use efficiency of irrigated wheat cv. BRS 394 in Cerrado. *J. Plant Nutr.* 2023. 46. 3174-3183.
69. Shrestha R.K., Lindsey L.E. Agronomic Management of Malting Barley and Research Needs to Meet Demand by the Craft Brew Industry. *Agron. J.* 2019. 111. 1570-1580.
70. Thai T.H., Bellingrath-Kimura S.D., Hoffman, C., Barkusky D. Effect of Long-Term Fertiliser Regimes and Weather on Spring Barley Yields in Sandy Soil in North-East Germany. *Archives of Agronomy and Soil Science.* 2020. 66. 1812–1826.

71. Xu G., Fan X., Miller A.J. Plant nitrogen assimilation and use efficiency. *Annual Review of Plant Biology*. 2012. 63, 153-182.
72. Zadrożny P., Nicia P., Wojewodzic T., Dacko M., Paluch Ł., Płonka A., Janus J., Pijanowski J., Bejger R., Smreczak B., Parzych P. Cause–Effect Modelling of Soil Liming in Poland. *Sustainability*. 2024. 16(23). 10361.
73. Zhu S., Vivanco J.M., Manter D.K. Nitrogen fertilizer rate affects root exudation, the rhizosphere microbiome and nitrogen-use-efficiency of maize. *Applied Soil Ecology*. 2016. 107. 324-333.
74. Zilio M., Motta S., Tambone F., Scaglia B., Boccasile G., Squartini A., Adani F. The Distribution of Functional N-cycle Related Genes and Ammonia and Nitrate Nitrogen in Soil Profiles Fertilized with Mineral and Organic N Fertilizer. *PLoS ONE*. 2020. 15. e0228364.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

**Технологічна схема вирощування ячменю ярого.
Попередник кукурудза на зерно**

№ п/п	Перелік виду робіт	Час проведення	Назва ТМЦ	Норма внесення ТМЦ л,кг/га	Склад агрегату	
					транспорт	с.-г. агрегат
1	2	3	4	5	6	7
1	Дискування	Після збору попередника		6-8 см	John Deere 8220	CARTROS + 6001-2
2	Розкидання мінеральних фосфорно-калійних добрив	Перед основним обробітком	Суперфосфат, калійна сіль	P ₆₀ K ₆₀	MT3-82	Rauch Axis
3	Оранка на зяб			20-22 см	John Deere 9400	HORSCH TIGER 8 LT
4	Ранньовесняне боронування			4-6 см		
5	Внесення мінеральних азотних добрив	Передпосівною культивувацією	Сульфат амонію, карбамід, аміачна селітра	N ₆₀	MT3-82	Rauch Axis
6	Передпосівний обробіток			4-6 см	John Deere 8220	CARTROS 6001-2
7	Протруєння насіння		Вітавакс 200ФФ			
8	Сівба	Перша декада квітня	РЖТ Планет	180 кг	John Deere 8335R	Pronto 6AS
9	Обприскування (200 л/га)	ВВСН 15-21	Гроділ Максі 3750D м.д.	100 мл/га		Apache AS1220
10	Розкидання мінеральних азотних добрив	ВВСН 30	Аміачна селітра	N ₃₀	John Deere 8330	Amazone ZA-M3000Ultra
11	Збирання врожаю зерна прямим комбайнування	Повна стиглість				Claas Lexion 8900

Статистичний аналіз
даних врожайності ячменю ярого, 2023 р.

Варіанти	1	2	3	К-ть спост.	Суми	Середні
1	38,0	40,0	39,1	3	117,1	39,03
2	57,4	56,1	58,3	3	171,8	57,27
3	60,3	61,3	62,1	3	183,7	61,23
4	57,8	59,6	58,3	3	175,7	58,57
5	63,0	64,8	62,7	3	190,5	63,50
Загальна сума				15	838,8	55,92
Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Fф	F05	
Загальна	1149,38	14,0	--	--	--	
Варіантів	1139,00	4,0	284,75	274,15	3,71	
Залишок (помилки)	10,39	10,0	1,04	--	--	
Критерій суттєвості				274,15		
Критерій F на 5%-му рівні значимості				3,71		
Помилка дослідів				0,59		
Помилка різниці середніх				0,83		
Відносна помилка різниці середніх (%)				1,49		
Коефіцієнт варіації				1,82		
НІР абсолютне				1,85		
НІР відносне (%)				3,32		

ДОДАТОК В

Статистичний аналіз
даних врожайності ячменю ярого, 2024 р.

Варіанти	1	2	3	К-ть спост.	Суми	Середні
1	41,2	39,5	40,0	3	120,7	40,23
2	58,3	58,7	59,6	3	176,6	58,87
3	61,9	64,5	62,6	3	189,0	63,00
4	58,0	60,3	60,9	3	179,2	59,73
5	64,1	65,8	64,7	3	194,6	64,87
Загальна сума				15	860,1	57,34
Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Fф	F05	
Загальна	1180,36	14	-	-	-	
Варіантів	1168,15	4	292,04	239,24	3,71	
Залишок (помилки)	12,21	10	1,22	-	-	
Критерій суттєвості				239,24		
Критерій F на 5%-му рівні значимості				3,71		
Помилка досліду				0,64		
Помилка різниці середніх				0,90		
Відносна помилка різниці середніх (%)				1,57		
Коефіцієнт варіації				1,93		
НІР абсолютне				2,01		
НІР відносне (%)				3,51		