

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
АГРОБІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ПОЛЬОВИХ І ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри,

доктор с.-г. наук,

Олександр РУДІК

« ____ » _____ 2025

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття другого (магістерського) рівня вищої освіти

Освітньої програми «Агрономія»

За спеціальністю: 201 – Агрономія

АГРОБІОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РІЗНИХ СИСТЕМ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ПІД ЯЧМІНЬ ОЗИМИЙ В УМОВАХ СТЕПУ УКРАЇНИ

Науковий керівник: доктор сільсько-
господарських наук, професор,

_____ **Євген ЮРКЕВИЧ**

Рецензент: _____

Виконав _____ здобувач _____ другого

(магістерського) рівня вищої освіти

денної форми навчання

освітньо-професійна програма

«Агрономія»

спеціальність 201 - Агрономія

Броніслав СКЛЯРУК

*Засвідчую, що кваліфікаційна робота
містить результати власних
досліджень. Використання ідей і
текстів інших авторів має посилання
на відповідне джерело.*

_____ **Броніслав СКЛЯРУК**

ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Агробіотехнологічний факультет
Кафедра польових і овочевих культур

Рівень вищої освіти: другий
 (магістерський)
 Спеціальність: 201 Агрономія
 Освітня програма: Агрономія

ЗАТВЕРДЖУЮ:
 Завідувач кафедри польових і
 овочевих культур

_____ **Олександр РУДІК**
 (підпис) (ім'я і прізвище)

« ____ » _____ 202__ р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ
Броніслав СКЛЯРУК

(ім'я, прізвище здобувача)

1. Тема роботи **«Агробіологічне обґрунтування ефективності різних систем основного обробітку ґрунту під ячмінь озимий в умовах Степу України»**

науковий керівник : **доктор сільськогосподарських наук, професор**
Євген ЮРКЕВИЧ

(науковий ступінь, вчене звання, ім'я та прізвище)

затверджені наказом ректора Одеського державного аграрного університету
 від “ ____ ” _____ 20__ року № _____

2. Строк подання здобувачем кваліфікаційної роботи: « ____ » _____ 202__ р.

3. Перелік завдань, які потрібно розробити: Провести визначення запасів доступної
 вологи в ґрунті, щільність ґрунту, облік забур'янення посівів, визначити площу листя,
 урожайність зерна, його структуру та якість, розрахувати економічну ефективність
 вирощування ячменю озимого, представити висновки і пропозиції виробництву.

4. Орієнтовний перелік графічного та табличного матеріалу: надати таблиці та графіки
 динаміки запасів вологи в ґрунті, забур'янення посівів, листової поверхні, даних урожаю
 зерна, його структури та якості, розрахунків економічної ефективності вирощування ячменю
 озимого в досліді за різними системами основного обробітку.

5. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи:

Досліди виконуються у зерноолійній короткоротаційній 5-ти пільній сівозміні із наступним
 чергування сільськогосподарських культур: льон олійний – пшениця озима – ріпак озимий –
 соняшник – ячмінь озимий.

Місце проведення досліджень: СФГ «Яна» Березівського району Одеської області,
 село Миколаївка.

Схема досліду : дослід однофакторний:

1. Традиційна рекомендована система, на 10-12см – (контроль);
2. Система Mini-till;
3. Система Verti-till..

Варіанти дослідів розміщені систематично в один ярус у 3-х повтореннях.
Площа під дослідом 109,9га, посівна площа ділянок в досліді 12,2га, облікова – 300 м².
Попередник – соняшник, висівали районований сорт ячменю озимого (дворучка) – Луран.
Додаткові матеріали: ґрунтовий нарис, агрохімічні картограми, метеорологічні спостереження, технологічні карти вирощування ячменю озимого.

6. Дата видачі завдання: « » 2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної (магістерської) роботи	Строк виконання етапів роботи
1.	Визначення теми, об'єкта та предмета дослідження	08.10.24
2.	Отримання завдання і складання змісту (плану) кваліфікаційної роботи	08.-15.10.24
3.	Складання календарного плану – графіку з підготовки кваліфікаційної роботи	15.10-25.10.24
4.	Написання першого (теоретико-методологічного) розділу роботи	01.01-01.02.25
5.	Вивчення матеріалів базових підприємств	07.02-28.02.25
6.	Написання другого (дослідницько-аналітичного) розділу роботи	01.04-01.09.25
7.	Написання третього (проектно-рекомендаційного) розділу роботи	12.09-19.10.25
8.	Написання висновків, списку літератури	20.09-27.09.25
9.	Перевірка роботи науковим керівником	03.10-10.10.25
10.	Доопрацювання роботи після зауважень наукового керівника	11.10-15.10.25
11.	Підготовка до захисту: доповідь, ілюстративний матеріал	17.10-31.10.25
12.	Подання кваліфікаційної роботи на кафедру	01.11.25
13.	Попередній захист на кафедрі	07.11.25
14.	Рецензування кваліфікаційної роботи	10.11.14.25
15.	Захист кваліфікаційної роботи магістра	За графіком

Здобувач вищої освіти _____ **Броніслав СКЛЯРУК** _____
(підпис) (ім'я і прізвище)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ **Євген ЮРКЕВИЧ** _____
(підпис) (ім'я і прізвище)

АНОТАЦІЯ

Склярук Б.Л. : АГРОБІОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РІЗНИХ СИСТЕМ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ПІД ЯЧМІНЬ ОЗИМИЙ В УМОВАХ СТЕПУ УКРАЇНИ

Спеціальність 201 «Агрономія», другий (магістерський) рівень вищої освіти,
Одеський державний аграрний університет, 2025.

В роботі наведено результати досліджень з впливу мінімізації системи основного обробітку ґрунту під ячмінь озимий на його продуктивність в умовах Степу України. Представлені зміни, які відбуваються у формуванні агроценозу ячменю озимого, його структурних елементів, формування листової поверхні рослин, продуктивності та якості зерна. Доведено, що запровадження системи основного обробітку ґрунту Verti-till під ячмінь озимий за умов Степу України забезпечує збільшення виробництва зерна сорту Луран на 16,0% у порівнянні з традиційною рекомендованою системою основного обробітку ґрунту. Саме ця система підготовки ґрунту під ячмінь озимий надає можливість в сучасних умовах отримати найбільший урожай зерна – 3,33 т/га, з найбільшим рівнем рентабельності виробництва – рівні 182,0%, що робить її доцільною як у агрономічному, так і в економічному аспектах і може бути рекомендована до впровадження у господарства Степу України.

Ключові слова: *ячмінь озимий, системи основного обробітку ґрунту, продуктивність, ґрунтові властивості.*

69 с., Табл. 9. Рис. -. Бібліограф.: 72 найм.

ABSTRACT

Sklyaruk B.L.: AGROBIOLOGY SUBSTITUTION OF THE EFFICIENCY OF VARIOUS SYSTEMS OF MAIN SOIL CULTIVATION UNDER WINTER BARLEY IN THE CONDITIONS OF THE STEPPE OF UKRAINE

Specialty 201 "Agronomy", second (master's) level of higher education,
Odesa State Agrarian University, 2025.

The paper presents the results of research on the impact of minimizing the main tillage system for winter barley on its productivity in the conditions of the Steppe of Ukraine. The changes that occur in the formation of the agrocenosis of winter barley, its structural elements, the formation of the leaf surface of plants, productivity and quality of grain are presented. It is proven that the introduction of the Verti-till main tillage system for winter barley in the conditions of the Steppe of Ukraine provides an increase in grain production of the Luran variety by 16.0% compared to the traditional recommended main tillage system. It is this system of soil preparation for winter barley that makes it possible to obtain the highest grain yield under modern conditions - 3.33 t/ha, with the highest level of production profitability - 182.0%, which makes it expedient both in agronomic and economic aspects and can be recommended for implementation in the farms of the Steppe of Ukraine.

.Key words: *winter barley, primary tillage systems, productivity, soil properties..*

69 p., Table. 9. Fig. -. Bibliography: 72 names.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ З ПИТАНЬ ЯКІ ВИВЧАЮТЬСЯ.....	13
1.1. Значення ячменю озимого та його ботаніко-біологічні особливості.	13
1.1.1. Господарське значення ячменю озимого.....	13
1.1.2. Ботанічний опис і біологічні особливості ячменю озимого.....	14
1.2. Стан вивчення питання, яке досліджується.....	16
РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА МІСЦЯ, УМОВ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ, МЕТОДИКИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО У ДОСЛІДІ	24
2.1. ХАРАКТЕРИСТИКА УМОВ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	24
2.1.1 Місце проведення досліджень.....	24
2.1.2. Природно-кліматична характеристика зони.....	24
2.1.3. Погодні умови за роки проведення досліджень.....	26
2.2. АГРОТЕХНІЧНІ УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДІВ.....	28
2.2.1. Програма досліджень.....	28
2.2.2. Методика проведення досліджень.....	28
2.2.3. Технологія вирощування ячменю озимого в досліді.....	29
2.2.4. Характеристика об'єкту досліджень.....	31
РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ РІЗНИХ СИСТЕМ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО.....	32
3.1. Вологозабезпеченість посівів ячменю озимого.....	32
3.2. Щільність ґрунту.....	35
3.3 Забур'яненість посівів.....	40
3.4. Площа листової поверхні.....	44
3.5. Урожайність зерна	46
3.6. Якість зерна.....	49
3.6. Економічна ефективність результатів дослідження.....	51
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	55
ВИСНОВКИ.....	58
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	61
ДОДАТКИ.....	68

ВСТУП

Озимий ячмінь посідає вагоме місце серед сільськогосподарських культур завдяки високій продовольчій і кормовій цінності. У середньому його зерно містить понад 12% білка, близько 65% безазотистих екстрактивних речовин (БЕР) та приблизно 2,1% жиру. Воно використовується як концентрований корм із поживністю на рівні 1,2 кормових одиниць та вмістом близько 100 г перетравного протеїну на 1 кг. Крім того, зерно озимого ячменю застосовують у харчовій промисловості для виробництва круп, а також у пивоварінні. Побічна продукція — солома (36 кормових одиниць на 1 ц) та полова — є цінним джерелом грубих кормів. Важливе значення має і використання культури у зеленому конвеєрі.

Стійкий попит на зерно озимого ячменю спостерігається як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках, що стимулює виробників до розширення посівних площ і підвищення врожайності. Продуктивність культури визначається комплексом чинників, серед яких важливе місце посідають кліматичні умови, зокрема температурний режим і рівень сонячної радіації. Хоча вони не підлягають безпосередньому регулюванню, їхній вплив можна пом'якшити шляхом оптимізації строків сівби, густоти стояння рослин і напрямку рядків, що дає змогу краще адаптувати посіви до місцевих умов.

Ключове значення у технології вирощування має система обробітку ґрунту. Саме на основний обробіток припадає до 60–75% витрат пального та фінансових ресурсів, що підкреслює його визначальну роль у системі землеробства. Водночас інтенсивні технології, хоча й забезпечують високий рівень урожайності, супроводжуються негативними екологічними наслідками: руйнуванням структури ґрунту, його надмірним ущільненням, зростанням хімічного навантаження через застосування пестицидів і добрив, а також загальним тиском на агроєкосистему. Використання важкої техніки посилює деградаційні процеси, знижуючи природну родючість чорноземів.

Для забезпечення сталого розвитку аграрного виробництва необхідно дотримуватися балансу між інтенсивністю технологій та екологічною безпекою. Ефективними шляхами вирішення цього завдання є впровадження мінімалізованих систем обробітку ґрунту, використання біологічних методів захисту рослин, оптимізація норм внесення добрив. Навіть за обмежених фінансових можливостей існують практичні заходи, що дозволяють підтримувати та покращувати родючість ґрунтів.

У цьому контексті наші дослідження спрямовані на вивчення впливу різних систем основного обробітку ґрунту на відновлення та збереження родючості чорноземів звичайних і підвищення продуктивності озимого ячменю в умовах Березівського району Одеської області.

Загальна постановка проблеми та актуальність теми. Виробництво продовольчого та фуражного зерна традиційно відіграє стратегічну роль у розвитку аграрного сектору України. Забезпечення стабільних обсягів його отримання значною мірою залежить від упровадження сучасних агротехнологій та застосування методів, що зменшують чутливість озимого ячменю до несприятливих кліматичних факторів.

Актуальність досліджень полягає у вдосконаленні та впровадженні новітніх агротехнічних заходів, які не лише створюють сприятливі умови для росту і розвитку озимого ячменю, а й сприяють збереженню та відновленню родючості ґрунтів. Це особливо важливо для отримання стабільних і високих урожаїв зерна культури, яка має високу рентабельність і значне господарське значення.

Багаторічні наукові напрацювання українських та зарубіжних учених, а також практичний досвід виробників підтверджують, що максимально ефективне використання генетичного потенціалу культури можливе лише за умови створення оптимальних агроекологічних умов. Важливу роль у цьому відіграють раціональні системи основного обробітку ґрунту, які забезпечують відновлення його родючості, підвищення ефективності

використання вологи та поживних речовин, а також поліпшення біологічної активності орного шару.

У регіонах із нестабільним зволоженням, характерних для південних областей України, основний обробіток має вирішальне значення. Він сприяє зменшенню втрат ґрунтової вологи внаслідок випаровування, поліпшенню інфільтрації опадів, а також формуванню окультуреного орного шару з оптимальною структурою та високою біологічною активністю. Сучасні системи обробітку, що впроваджуються у південних регіонах, спрямовані на максимальне накопичення вологи від літньо-осінніх опадів, активізацію мікробіологічних процесів, підвищення вмісту органічної речовини та створення сприятливого середовища для кореневої системи.

Отже, в умовах глобального потепління, посилення кліматичної нестабільності та загрози тривалих посух у степових регіонах першочерговим завданням науки і виробництва є пошук та впровадження інноваційних, енерго- та вологоощадних систем основного обробітку ґрунту. Їх поєднання з принципами екологізації землеробства дозволить забезпечити високу продуктивність озимого ячменю без зниження якості врожаю та з мінімальним негативним впливом на довкілля.

Мета дослідження. В умовах сучасного сільськогосподарського виробництва все більшої актуальності набувають волого-, ресурсо- та енергозберігаючі технології. Їх значення істотно зростає в контексті глобальних кліматичних змін і світової енергетичної кризи, коли витрати на виробництво аграрної продукції постійно підвищуються, а основний обробіток ґрунту залишається однією з найбільш затратних ланок технологічного процесу.

Метою проведених досліджень у межах даної кваліфікаційної роботи було встановлення оптимальної системи основного обробітку ґрунту під озимий ячмінь. Зокрема, увага була зосереджена на оцінці доцільності застосування систем Mini-till та Verti-till у специфічних природно-економічних умовах Березівського району Одеської області. Дослідження

проводилися з урахуванням вимог екологізації землеробства та зростаючої частоти екстремальних кліматичних явищ, характерних для південного регіону України.

Об'єкт і предмет дослідження. Підготовлена та реалізована програма наукових досліджень була спрямована на вивчення змін основних показників ґрунтового середовища, зокрема родючості ґрунтів, особливостей формування агрофітоценозу озимого ячменю, а також рівня врожайності та її структурних елементів під впливом досліджуваних факторів.

Об'єктом дослідження виступали процеси трансформації ґрунтових умов і продуктивності посівів озимого ячменю.

Предметом досліджень були чорноземи звичайні малогумусні важкосуглинкові на лесових породах, а також різні системи основного обробітку ґрунту.

Методи дослідження. Зміст і напрям кваліфікаційної роботи був спрямований на визначення оптимального варіанту системи основного обробітку ґрунту та встановлення достовірних відмінностей між дослідними варіантами за принципом логічної єдиної відміни. Для досягнення поставленої мети застосовувався комплекс методів досліджень. Зокрема, польовий метод використовувався для оцінки впливу систем обробітку на продуктивність озимого ячменю, лабораторний метод – для визначення змін комплексу показників родючості ґрунтів та аналізу елементів структури врожаю. Крім того, для наукового обґрунтування результатів і їх подальшої оцінки були використані методи дисперсійного аналізу та економічного аналізу, що дозволило провести як статистичну, так і господарсько-економічну інтерпретацію результатів дослідів.

Рівень вивчення проблеми. Озимий ячмінь належить до п'ятірки найбільш досліджуваних сільськогосподарських культур у світі, що зумовило значну кількість наукових праць, присвячених різним аспектам його вирощування. Особливе місце серед них займають дослідження з розробки

науково обґрунтованих систем основного обробітку ґрунту, адаптованих до різних ґрунтово-кліматичних зон.

Водночас аналіз сучасного стану досліджень впливу різних систем обробітку ґрунту в короткоротаційних сівозмінах за умов екологізації землеробства свідчить, що отримані результати не дають можливості повною мірою оцінити їх комплексну дію на елементи родючості ґрунту та продуктивність озимого ячменю. Це пояснюється тим, що в багатьох наукових установах подібні експерименти проводилися поза межами сівозмін, а також у період, коли ще не спостерігалось сучасних масштабних кліматичних змін і проявів глобального потепління.

Вагомий внесок у дослідження цього питання свого часу зробили відомі українські вчені, серед яких: П. І. Бойко, М. Я. Бомба, В. П. Гудзь, В. Г. Друз'як, В. О. Єщенко, В. М. Круть, Є. М. Лебідь, Ю. П. Манько, Є. О. Юркевич та інші.

Сучасні виклики, пов'язані з різкою нестачею і високою вартістю мінеральних добрив та паливно-мастильних матеріалів, актуалізують необхідність оптимізації землеробських технологій. Особливої ваги набуває впровадження систем основного обробітку ґрунту, які є ресурсозберігаючими, адаптованими до жорстких кліматичних умов Південного Степу та сприяють збереженню родючості чорноземів, покращенню їхніх агрофізичних властивостей і підвищенню стійкості до ерозійних процесів.

Моніторинг наукової літератури та практичного досвіду свідчить, що ефективність різних систем основного обробітку оцінюється досить неоднозначно. Особливо це стосується мінімізованих технологій, таких як Mini-till та Verti-till, потенціал яких у вирощуванні озимого ячменю в умовах екологізованого землеробства Степу України досі вивчений недостатньо.

У світі на зазначене, виникла об'єктивна потреба у проведенні наукових польових досліджень у посушливих умовах Південного Степу України. Метою даної роботи стало визначення найбільш ефективних систем

основного обробітку ґрунту серед загальноприйнятих варіантів, адаптованих до конкретних ґрунтово-кліматичних умов господарства, з урахуванням сучасних кліматичних викликів регіону.

Елементи наукової новизни та практичне значення одержаних результатів. У представленій кваліфікаційній роботі наукова новизна полягає в тому, що вперше в умовах Березівського району Одеської області, у зоні Степу України, на чорноземах звичайних малогумусних важкосуглинкових на лесових відкладах у короткоротаційній польовій сівозміні розроблено та обґрунтовано систему мінімального основного обробітку ґрунту під озимий ячмінь. Ця система адаптована як до сучасних кліматичних змін, так і до вимог екологізації землеробства.

Проведені дослідження дозволили суттєво вдосконалити існуючі підходи до системи основного обробітку та технології вирощування озимого ячменю шляхом апробації систем Mini-till та Verti-till. Визначено оптимальні параметри агрофізичних властивостей чорноземів південного степу під впливом різних систем обробітку, що сприяють підвищенню ефективності використання ґрунтової вологи та збереженню родючості.

Отримані результати мають практичну значущість, оскільки підтверджують ефективність використання раціональних систем мінімізованого обробітку. Це забезпечує накопичення та збереження вологи у ґрунті на період сівби озимого ячменю, підвищення рівня родючості чорноземів, зниження витрат коштів і паливно-мастильних матеріалів, а також зростання врожайності культури. У комплексі ці фактори сприяють зміцненню економічної стабільності як СФГ «Яна», так і інших сільськогосподарських підприємств у регіоні.

Особистий внесок здобувача полягав у виборі теми досліджень, актуалізації та розробці програми, окресленні схеми досліду, а також під керівництвом і проведенні разом із керівником та допоміжним персоналом лабораторних аналізів. Представлена кваліфікаційна робота виконувалася і оформлялася автором самостійно.

Апробація результатів дослідження. Основний зміст кваліфікаційної роботи викладений і отримав позитивну оцінку у тезах доповідей Yurkevych Y.O., Valentiuk N.O., Skliaruk B.L. EFFECTIVENESS OF VARIOUS SYSTEMS OF MAIN TILLAGE UNDER WINTER BARLEY IN THE OF THE UKRAINE STEPPE CONDITIONS. Матеріали IX International scientific and practical conference «The use of modern technologies in higher education institutions», October 27-29, 2025, Rotterdam, Netherlands, P. 8-11 <https://eu-conf.com/wp-content/uploads/2025/09/THE-USE-OF-MODERN-TECHNOLOGIES-IN-HIGHER-EDUCATION-INSTITUTIONS.pdf> та на засіданні кафедри.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Представлена кваліфікаційна робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел, пропозицій виробництву та додатку. Взагалі обсяг роботи становить 69 сторінок, з них основного тексту 60 сторінок. Робота містить 9 таблиць, рисунок - і 1 додаток. Список використаних джерел охоплює 72 найменування.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ З ПИТАНЬ, ЯКІ ВИВЧАЮТЬСЯ

1.1. Значення ячменю озимого та його ботаніко-біологічні особливості

1.1.1. Господарське значення ячменю озимого

Озимий ячмінь вирізняється низкою господарсько цінних властивостей. Однією з його переваг є раннє досягання – він досягає на 10-14 днів раніше, ніж озима пшениця, ярий ячмінь та інші зернові культури, що забезпечує отримання зерна нового врожаю значно раніше від інших культур. Зерно озимого ячменю характеризується високою поживною цінністю: у середньому містить близько 12% білка, понад 75% вуглеводів і 2,1% жиру. У 1 кг зерна зосереджено близько 1,2 кормових одиниць та 100 г перетравного протеїну, що робить його універсальним продуктом для продовольчого і кормового використання. Ячмінь широко застосовують як концентрований корм для тварин, у виробництві круп та у пивоварній промисловості. Водночас окремі сучасні сорти озимого ячменю ще не повністю відповідають вимогам харчової промисловості за якісними показниками зерна.

За кормовим значенням ячмінь належить до найцінніших зернових культур, перевершуючи овес за рівнем засвоюваності тваринами. Особливо ефективним він є у раціонах дійних корів, де сприяє підвищенню надоїв і виробництву високоякісного молочного жиру. Для свинарства він є одним із найкращих видів зерна, оскільки забезпечує інтенсивний ріст і розвиток тварин. Додавання ячменю до комбікормів позитивно впливає на стан здоров'я та стійкість великої рогатої худоби, підвищує її продуктивність і опірність до захворювань.

Білковий комплекс ячменю представлений більш ніж 20 амінокислотами, серед яких 8 – незамінні. При цьому білок ячменю відзначається вищою біологічною повноцінністю порівняно з багатьма

іншими культурами, хоча містить відносно невелику кількість лізину (2,5-3,2%) [1-5].

1.1.2. Ботанічний опис і біологічні особливості ячменю озимого

Згідно з сучасною ботанічною класифікацією рід *Hordeum* L. (ячмінь) об'єднує близько 30 видів, серед яких лише один є культурним – ячмінь посівний (*H. sativum* Jessen.) ($2n = 14$). Інші представлені переважно однорічними та багаторічними дикими формами, що характеризуються різними наборами хромосом ($2n = 14, 28, 48$). За морфологічною ознакою – кількістю родючих колосків на кожному членику стрижня – культурний ячмінь поділяють на три підвиди:

- дворядний ячмінь (*H. s. distichum* L.), у якого зерно формується лише у середньому колоску, тоді як бокові залишаються стерильними, внаслідок чого формується колос із двома рядами зерен;
- шестирядний ячмінь (*H. s. vulgare* L.), для якого характерне утворення зерна у всіх трьох колосках, що забезпечує формування шести рядів;
- проміжний ячмінь (*H. s. intermedium* Vav. et Ort.), у якого кількість плодоносних колосків варіює від 1 до 3 на різних члениках, а кількість рядів у колосі є непостійною.

В Україні для вирощування переважно рекомендовані сорти дворядного та шестирядного підвидів [5,6].

Коренева система озимого ячменю відзначається відносно слабкою поглинальною здатністю. Стебло порівняно коротше, ніж у жита, пшениці та вівса, має гладку поверхню з восковим нальотом і заввишки від 30 до 135 см. На стеблі формується 5-7 вузлів, які можуть бути зеленими або з антоціановим фіолетовим відтінком. Листки добре розвинені, широкі; листкові пластинки другого ярусу сягають довжини 12-25 см та ширини 8-22 мм.

Колос озимого ячменю складається з колосового стрижня та розташованих на ньому по три одноквіткових колосків на кожному членику. У дворядних форм зерно утворюється лише у центральних колосках, тоді як

бокові залишаються пустими. Колоскові луски у цієї культури відносно вузькі, квіткові у плівчастих форм зростаються із зернівкою. Зовнішня квіткова луска завершується остюком, який може бути гладеньким або зубчастим; у деяких сортів замість остюків формуються додаткові лопатеві утворення (фурки), а окремі різновиди взагалі є безостими.

У фазу достигання колос забарвлюється переважно у солом'яно-жовтий або чорний колір. Плід представлений зернівкою – плівчастою або голою, завдовжки 7-10 мм і завширшки 2-3 мм. Маса 1000 зернин варіює у межах 30–50 г. Плівчастість становить у середньому 8-14%. У нижній частині борозенки розташована основна щетинка, яка може мати різний ступінь опушення (волосисте чи повстяне), що використовується як діагностична ознака при ідентифікації сортів. Забарвлення зерна варіює від солом'яно-жовтого до сіро-зеленого та чорного [5,6].

Вимоги до температури

Озимий ячмінь відзначається найнижчою зимостійкістю серед усіх озимих культур. Загибель посівів можлива вже при зниженні температури до –10...–12 °C на рівні вузла кущіння. Важливо враховувати, що ранні строки сівби значно послаблюють стійкість рослин до морозів та інших несприятливих умов зимівлі. Оптимальний період для висіву настає тоді, коли середньодобова температура повітря знижується до 12-16 °C.

Різкі температурні коливання в зимовий та ранньовесняний періоди негативно впливають на стан посівів. Мінімальна температура проростання насіння становить 1-4 °C. Озимий ячмінь добре реагує на поступове підвищення температур навесні, швидко відновлюючи вегетацію та формуючи густий стеблостій завдяки високому коефіцієнту кущіння. Проте різке потепління може викликати передчасний вихід у трубку, що обмежує можливості рослин формувати необхідну густоту для забезпечення високої врожайності.

Найбільш сприятливими для росту й розвитку вважаються температури 20-25 °C. Культура достатньо стійка до високих літніх температур, а завдяки

відносно короткому вегетаційному періоду (70-100 днів) менш потерпає від літніх спекотних умов, ніж інші озимі зернові.

Вимоги до вологи

Озимий ячмінь характеризується високою адаптивністю до посушливих умов. Ранній вихід у трубку дозволяє культурі ефективно використовувати запаси вологи, накопичені в ґрунті за зиму, що особливо важливо для отримання стабільних урожаїв у регіонах із недостатнім зволоженням. Для проростання насіння необхідно 48–50 % води від його маси, що менше, ніж у пшениці (55 %) та вівса (65 %).

Коефіцієнт транспірації у ячменю нижчий порівняно з більшістю зернових, що свідчить про його економніше використання вологи. Додаткові опади в період колосіння та наливу зерна сприяють підвищенню врожайності, забезпечуючи оптимальні умови для формування повноцінного зерна.

Вимоги до ґрунту

Ячмінь озимий менш вибагливий до родючості ґрунтів, ніж ярий, але має певні особливі потреби. Умови його вирощування подібні до пшениці, проте культура більш чутлива до вмісту кальцію у ґрунтовому розчині. Найвищі врожаї отримують на чорноземах із нейтральною або слабколужною реакцією (рН 6,2–7,0).

За відповідного вапнування та внесення добрив ячмінь добре росте і на дерново-підзолистих чи сірих лісових ґрунтах. Дотримання цих вимог дозволяє не лише підтримувати стабільну продуктивність, а й покращувати якість зерна [1-5].

1.2. Стан вивчення питання, яке досліджується

У надзвичайно посушливих умовах степової зони саме волога виступає головним лімітуючим фактором формування врожаю. Це підтверджує закон мінімуму, згідно з яким продуктивність культури визначається тим елементом середовища, що перебуває у мінімальній кількості. Тому в регіонах з недостатнім зволоженням вода є ключовим чинником, який впливає на всі інші складові агротехнологій.

У таких умовах першорядного значення набувають системи землеробства, спрямовані на накопичення та збереження ґрунтової вологи. Вони не лише знижують ризики втрат урожаю внаслідок посухи, але й забезпечують більш повну реалізацію потенціалу культур та стабільність продуктивності.

Ще з середини ХХ ст. у науковому землеробстві почали активно розроблятися концепції «мінімального» і «нульового» обробітку ґрунту [7,8,9]. Вперше такі підходи були випробувані у США, а згодом поширилися в Канаді, Великій Британії, Індії та інших країнах. Основою мінімалізації стало застосування безполицевого обробітку. Так, за наявними даними [8], цей спосіб має суттєві переваги перед традиційною оранкою в аспекті накопичення вологи.

Дослідження які були проведені у різних ґрунтово-кліматичних зонах України підтверджують ці висновки. Так, у варіанті з безполицевим обробітком у шарі ґрунту 0–150 см виявлено на 25 мм більше вологи порівняно з полицевою оранкою [10]. Це стало підставою для висунення ідеї повної відмови від плужного обробітку. У цілому ж можливість мінімалізації зумовлена підвищенням інтенсивності виробництва та розвитком культури землеробства.

На базі багаторічних досліджень сформувалося розуміння того, що стабільно високі врожаї можливі лише за умови створення потужного, добре структурованого та окультуреного орного шару. Він формується завдяки оптимальному добору способів і глибини обробітку з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов, біологічних особливостей культур і сівозміни.

В умовах нестійкого зволоження саме волога визначає ріст і розвиток як надземної маси, так і кореневої системи рослин. Вона виступає зовнішнім фактором, що здатний послаблювати або підсилювати механічний опір ґрунту. Тому спосіб і глибина обробітку мають безпосередній вплив на запаси доступної води та її використання протягом вегетації.

Відомі проведені дослідження показали, що заміна полицевої оранки безполицевим обробітком під час сівби ячменю чи гороху може зменшувати запаси вологи в метровому шарі на 3–9 мм [11]. Однак застосування комбінованих або тривалих мілких систем обробітку сприяє накопиченню вологи в орному шарі, що в цілому підвищує його зволоженість.

Встановлено, що плоскорізний обробіток на глибину 13–15 см сприяє кращому збереженню вологи у нижчих горизонтах ґрунту (глибше 20 см), що позитивно позначається на посівах ячменю. Водночас полицева оранка на 22–24 см не мала значного впливу на вологозабезпеченість у роки з достатнім рівнем літніх опадів.

Важливим чинником у збереженні вологи є мульчування поверхні ґрунту після обробітку рослинними рештками. Плоскорізний обробіток сприяє накопиченню мульчі, яка знижує випаровування та забезпечує більш рівномірний водний режим. Це особливо актуально в умовах, коли випаровування перевищує кількість опадів.

Водночас, проведені дослідження з вивчення систем і способів обробітку ґрунту [12], саме плоскорізне розпушування ґрунту є найбільш ефективним способом акумуляції вологи в осінньо-зимовий період. Завдяки цьому створюються кращі умови для водозабезпечення рослин упродовж вегетації, що сприяє формуванню вищих і стабільніших урожаїв.

Найбільшої ефективності у збереженні вологи в ґрунті досягають при застосуванні плоскорізного обробітку, який сприяє утворенню мульчуючого шару з рослинних решток. Водночас вибір конкретного способу і глибини обробітку повинен враховувати ґрунтово-кліматичні особливості регіону, попередники у сівозміні та загальну технологію вирощування.

Наукові дослідження, проведені в різних ґрунтово-кліматичних зонах України, підтвердили значний вплив системи основного обробітку ґрунту на формування врожаю озимої пшениці. На підставі цих досліджень сформувалася наукова позиція, згідно з якою задля збереження гумусу, вологи та відновлення родючості ґрунтів доцільно відмовлятися від

традиційних технологій і переходити на альтернативні системи – мінімальний чи нульовий обробіток [13].

Разом з тим було доведено, що тривале застосування безполіцевого обробітку може призводити до зниження урожайності озимої пшениці. Крім того, ефективність дії мінеральних добрив при плоскорізному обробітку зменшується, тоді як використання лушильників із полицями забезпечує підвищення агротехнічної віддачі добрив. Це свідчить, що технологія обробітку має істотний вплив не лише на врожайність, а й на ефективність використання добрив, а отже повинна добиратися індивідуально для конкретних умов господарства [14].

Цікаві експериментальні дані були отримані на прикладі пшениці озимої з впливу різних систем обробітку ґрунту та попередників на урожайність і якість її зерна. Встановлено, що енергозберігаючі технології – як мінімальний, так і нульовий обробіток – забезпечили приріст урожайності на 1,4 ц/га у порівнянні з традиційною системою. При цьому найважливішим є їх позитивний вплив на збереження вологи в ґрунті [15].

У багаторічних дослідках, проведених у Дніпропетровській області, досліджено ефективність різних систем основного обробітку ґрунту в полі чистого пару. Результати показали, що використання мілкового дискового та безполіцевого обробітку не погіршувало агрофізичних властивостей чорнозему звичайного і не призводило до зниження урожайності порівняно з традиційною технологією, заснованою на глибокій оранці та чизельному обробітку. Більше того, на фоні мінімального обробітку відзначалося покращення окремих показників: підвищення об'ємної маси і твердості піднасіннєвого горизонту (10–30 см), зростання частки агрономічно-цінних фракцій (0,25–10 мм) в орному шарі [16,17].

У багаторічних дослідженнях у Київській області встановлено, що найбільш енергетично ефективними в 10-пільній сівоzmіні були полицево-безполіцеві та диференційовані системи обробітку ґрунту. Натомість мілкий безполіцевий обробіток виявився менш результативним [18].

Окрему наукову цінність становлять багаторічні дослідження ефективності мульчуючих, ґрунтозахисних і вологозберігаючих технологій. Встановлено, що мілкий мульчуючий обробіток ґрунту під озиму пшеницю у Північному Степу України має помітні переваги над традиційними системами підготовки ґрунту [19,20].

В останні роки серед аграріїв України значної уваги набуває технологія Strip-Till, яка особливо ефективна у регіонах із високим ризиком ерозійних процесів. Зокрема, агрегат KUHN Krause Gladiator зарекомендував себе як надійний інструмент для якісного смугового обробітку ґрунту, що дозволяє виробникам одночасно оптимізувати виробничі витрати. Його ключова перевага полягає у можливості стрічкового й диференційованого внесення поживних речовин на два горизонти ґрунтового профілю під час підготовки посівного ложа [21].

Аналіз літературних джерел свідчить, що система Strip-Till є надзвичайно перспективною для тих агроландшафтів, де спостерігається ущільнення та підвищена ерозійна небезпека. Її суть полягає у тому, що обробіток здійснюється лише у вузьких смугах, а решта площі залишається необробленою, що сприяє збереженню природної родючості ґрунту, зменшенню втрат вологи й запобіганню вітровій ерозії. Крім того, ця технологія знижує ризик повторного проростання падалиці [22].

За даними літературних джерел польові експерименти останніх років доводять, що урожайність культур за системи Strip-Till (на прикладі комплексу Mzuri Pro-Til) формується завдяки ефективному використанню вологи, накопиченої в осінньо-зимовий період, та опадів упродовж вегетації. Основним завданням технології є максимальне збереження і акумуляція вологи, чому сприяє збереження стерні та поживних решток, які утримують опади й знижують випаровування [22].

Важливою перевагою Strip-Till є виконання кількох операцій за один прохід: локальне розпушування ґрунту у смугах завширшки 12 см на глибину до 25 см, одночасне внесення мінеральних добрив та висів насіння без

попереднього суцільного обробітку. Фактично, висів проводиться прямо по стерні попередника [23].

Головна концепція цієї технології полягає в поєднанні позитивних властивостей традиційного та нульового обробітку, мінімізуючи їхні недоліки. Обробка здійснюється у смугах шириною 20–25 см та глибиною 20–30 см із внесенням добрив на різні горизонти, тоді як близько двох третин площі поля залишаються необробленими. Це створює оптимальні умови для розвитку кореневої системи та раціонального використання ґрунтових ресурсів. Ширина міжрядь у системі Strip-Till зазвичай становить не менше 45 см, проте може коригуватися залежно від культури. Технологія застосовується як восени, так і навесні, здебільшого при вирощуванні просапних культур – кукурудзи, сої, соняшнику та інших, хоча можливе її використання і для культур суцільного висіву [24].

Поступово у світовій і вітчизняній практиці спостерігається зниження ролі традиційних систем обробітку ґрунту. На зміну їм приходять сучасні енергозберігаючі технології – Mini-till, No-till, Strip-till, які поширюються у більшості аграрних країн світу, зокрема й в Україні. Водночас, як засвідчив міжнародний і національний досвід, універсальних систем обробітку ґрунту не існує: кожне господарство має власні особливості і потребує адаптації технологій до локальних ґрунтово-кліматичних та економічних умов. За сучасних реалій глобальних кліматичних змін і непростой економічної ситуації виробники змушені шукати оптимальні індивідуальні рішення, що забезпечують рентабельність та екологічну стійкість агровиробництва.

За результатами сучасних наукових досліджень, технологія Strip-till вимагає ретельної адаптації до умов конкретного господарства з урахуванням його ресурсного потенціалу та специфіки ґрунтово-кліматичних особливостей. Водночас варто підкреслити, що навіть найпрогресивніші системи землеробства не можуть гарантувати стабільних урожаїв у випадку критичного дефіциту вологи. Жодна з технологій – ані No-till, ані Strip-till – не здатна компенсувати повну відсутність водного забезпечення [25].

Водночас останнім часом привертає увагу система Verti-till, яка поєднує у собі риси традиційного і сучасного ґрунтообробітку. Її ключова ідея полягає у боротьбі з переущільненням орного шару та створенні оптимальних умов для вертикального розвитку кореневої системи, що забезпечує більш ефективний доступ до вологи та поживних речовин. Важливою особливістю цієї технології є внесення рослинних решток на глибину 5–6 см, де зосереджена найбільша кількість корисних мікроорганізмів і доступний кисень. Це сприяє прискоренню процесів мінералізації органічної речовини та відновленню родючості ґрунту. Крім того, збережені на поверхні рештки виконують захисну функцію, знижуючи інтенсивність водної та вітрової ерозії, а також зменшуючи витрати на обробіток.

Питання щодо переваг технології No-till залишається предметом активних дискусій серед науковців та практиків-аграріїв. Попри велику кількість аргументів на її користь, кожен виробник виділяє для себе одну ключову перевагу, тоді як інші сприймаються радше як додаткові позитивні ефекти. Для одних основним чинником є суттєве скорочення потреби у робочій силі – наприклад, можливість обслуговування 2000 га лише п'ятьма працівниками. Для інших визначальною перевагою виступає підвищення урожайності, особливо за умов обмеженого зволоження, або ж поступове відновлення природної родючості ґрунтів та зростання вмісту гумусу.

Значна частина господарств відзначає економічну доцільність технології, адже вона дозволяє знижувати виробничі витрати, що нерідко стає запорукою їх фінансової стабільності й подальшого функціонування. Окремі аграрії підкреслюють також її ґрунтозахисний ефект, зокрема можливість ефективного стримування ерозійних процесів. Для частини виробників додатковою перевагою є економія особистого часу, оскільки зменшується потреба у тривалій роботі в полі.

Загалом, практичне значення No-till для багатьох господарств полягає не лише у збереженні ресурсів, але й у підвищенні ефективності функціонування рослинницьких підприємств як цілісних бізнес-моделей [26].

Таким чином, вертикальний обробіток ґрунту сприяє: регуляції щільності орного шару та стимуляції розвитку вертикальної кореневої системи, що забезпечує стабільне живлення рослин; зменшенню проявів ерозійних процесів; покращенню водопроникності ґрунту й накопиченню продуктивної вологи; підвищенню родючості завдяки поверненню органічного матеріалу; зниженню технологічних витрат та своєчасному виконанню польових робіт порівняно з іншими системами [27].

З агрономічної точки зору, застосування Verti-till дозволяє відновлювати структуру ґрунту, робити її більш однорідною, а також створювати сприятливі умови для вологозабезпечення культур.

Висновок до підрозділу 1.2. Отже, отримання стабільних і високих урожаїв зерна ячменю озимого можливе лише за умови правильного підбору сортів з урахуванням ґрунтово-кліматичних особливостей господарства, а також завдяки суворому дотриманню адаптованої та прогресивної технології вирощування, яка забезпечує оптимальне поєднання факторів живлення, тепла й вологи.

Висновки до розділу 1. Проведений нами моніторинг літературних джерел з теми кваліфікаційної роботи у повній мірі довів про можливість вирощування ячменю озимого за сучасних регіональних екстремальних умов ведення землеробства. Саме тому, встановлення шляхів розробки новітніх та удосконалення існуючих технологій вирощування ячменю озимого за послідовного енергозбереження і мінімізації системи основного обробітку ґрунту, а також спроможність доповнення вивчення цього питання в умовах Степу України, є актуальним для господарства і відповідає задачам та цілі наших досліджень.

РОЗДІЛ 2

ХАРАКТЕРИСТИКА МІСЦЯ, УМОВ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ, МЕТОДИКИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО У ДОСЛІДІ

2.1 ХАРАКТЕРИСТИКА УМОВ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1.1 Місце проведення досліджень

Земельні угіддя СФГ «Яна» Березівського району Одеської області, знаходяться у північно-західній частині Березівського району у межах другого південного агрокліматичного району агрогрунтового підрайону. Офісний центр господарства знаходиться в селі Миколаївка Березівського району на відстані 151 км від обласного центру м. Одеса та 60,3 км від районного центру м. Березівка. Основний виробничий профіль господарства зерно-олійний.

2.1.2. Природно-кліматична характеристика зони

Сільськогосподарські угіддя СФГ «Яна» Березівського району Одеської області розташовані в межах Причорноморської низовини. Територія належить до Причорноморської середньостепової фізико-географічної провінції та знаходиться на Дунайсько-Дністровській плоскохвилястій лесовій рівнині, що має поступовий ухил на південь від 150–160 м до 20–40 м над рівнем моря.

Березівський район займає східну частину Одеської області й межує з Миколаївським, Ширяївським, Іванівським, Комінтернівським районами та Миколаївською областю. Його територія являє собою слабо нахилену рівнину з півночі на південь, що включає басейни річок Тилігул, Царега та Балайчук. Корисні копалини району представлені будівельними матеріалами: вапняками, різними видами глин, кварцитами та високоякісним піском.

За агрокліматичним районуванням територія відноситься до зони південних степів. Сума активних температур вище $+10^{\circ}\text{C}$ становить близько 180 днів. Тривалість безморозного періоду – близько 185 днів. Весняні заморозки закінчуються наприкінці квітня, а перші осінні з'являються в останній декаді жовтня. Середньорічна кількість опадів становить близько 380 мм, причому основна їх частина припадає на травень–липень. Висота снігового покриву зазвичай не перевищує 10 см.

Кліматичні умови загалом сприятливі для розвитку багатьох сільськогосподарських культур, у тому числі теплолюбивих (баштанних, овочевих та зернових). Водночас дефіцит вологи виступає одним із головних лімітуючих факторів урожайності, що зумовлює необхідність упровадження комплексу агротехнічних заходів, спрямованих на накопичення та збереження води в ґрунті.

Рельєф території переважно рівнинно-хвилястий. Плато розсічене балками, орієнтованими з півночі на південь. Майже всю територію району перетинає річка Тилігул, яка впадає в Тилігульський лиман. Схили до заплави річки досить круті, густо порізані ярами та промоїнами. Особливою природною цінністю є комплекс Тилігульського лиману та річки Тилігул, який вирізняється багатим різноманіттям флори та фауни.

Ґрунтовий покрив району представлений переважно чорноземами звичайними малогумусними, менші площі займають чорноземи південні залишково-солонцюваті. Природна степова рослинність вододілів практично повністю замінена культурними агроценозами. На схилах річкових долин збереглися масиви деревно-чагарникових протиерозійних насаджень [28].

Висновки до підрозділу 2.1.2. Землекористування СФГ «Яна» розташоване у зоні із достатнім рівнем забезпечення агрокліматичними ресурсами, які у повній мірі задовольняють біологічні потреби значної кількості сільськогосподарських культур, а продуктивність їх залежить та визначається тільки надходженням та запасами доступної вологи у ґрунті.

2.1.3. Погодні умови в роки проведення досліджень

Аналіз погодних умов за період проведення досліджень показав, що 2024–2025 сільськогосподарський рік за рівнем зволоження в цілому наближався до середніх багаторічних показників, проте відзначався аномально високими температурами повітря, особливо в другій половині літа, а також рекордно теплою та посушливою осінню (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 Характеристика погодних умов у роки проведення досліджень

Роки	Місяці												За рік
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Середні багаторічні опади, мм	27	37	28	27	20	16	19	28	33	54	48	40	398
температура, t ⁰ C	16,5	10,7	4,3	-0,6	-3,2	-2,5	1,8	8,2	15,1	20,3	21,9	21,3	9,4
2024-2025 с.г. рік опади, мм	93	39	29	63	2,1	15,3	18	25	49,2	19,7	10	0,0	363,3
температура, t ⁰ C	20,6	13,9	5,7	3,4	4,1	-2,7	8,7	10,7	14,2	22,3	26,2	27,7	12,9

Загалом за рік випало 363,3 мм опадів, що становить 91,3% від багаторічної норми. Середньорічна температура повітря дорівнювала 12,9 °C, що на 3,5°C перевищувало середньобагаторічний показник.

Вологозабезпечення озимого ячменю в зимовий період залишалося недостатнім. Хоча кількість опадів узимку становила 80,4 мм (на 17,4 мм більше за середній багаторічний рівень), вони не забезпечили суттєвого поповнення ґрунтових запасів вологи. Разом з тим тепла зима з епізодичними нетривалими зниженнями температури до від’ємних значень не призвела до загибелі рослин, і вони продовжували повільну вегетацію.

Навесні спостерігалось різке підвищення температури: у період з березня до травня вона зросла від +8,7 до +14,2 °C, що майже у 1,5 раза

перевищувало середні багаторічні значення. Поєднання підвищених температур із відносно невеликою кількістю опадів негативно позначалося на рості та розвитку озимого ячменю, що згодом вплинуло і на його врожайність.

Особливо несприятливими були умови літнього періоду, який відзначався екстремальною спекою: середньомісячні температури коливалися в межах $+22,0...+27,0$ °C, тоді як кількість опадів була критично низькою – лише 29,7 мм. Найбільш посушливим виявився серпень, коли опади повністю були відсутні. Незважаючи на це, на продуктивність озимого ячменю літня посуха вплинула менше, оскільки на той час рослини вже завершили вегетацію. Водночас дефіцит ґрунтової вологи в період формування генеративних органів, наливу та досягання зерна безумовно обмежив потенціал зернової продуктивності культури.

Висновки до підрозділу 2.1.3. Отже, 2024–2025 сільськогосподарський рік для озимого ячменю характеризувався сприятливими умовами для перезимівлі, проте весняне підвищення температури за обмеженої кількості опадів призвело до пригнічення ростових процесів. Екстремально спекотне та посушливе літо істотно не вплинуло на культуру через завершення її вегетації, однак дефіцит вологи у фазу наливу зерна обмежив потенціал продуктивності. У цілому погодні умови року визначили середній рівень урожайності озимого ячменю.

2.2. АГРОТЕХНІЧНІ УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДІВ

2.2.1. Програма досліджень

Розробленою програмою наших дослідів у кваліфікаційній роботі було передбачено вивчення дії обраних систем основного обробітку ґрунту на урожайність зерна ячменю озимого у конкретних ґрунтово-кліматичних та економічних і організаційно-господарських умовах Березівського району Одеської області. Передбачені програмою проведені спостереження, розрахунки і аналізи, дадуть можливість запровадити у господарстві найбільш ефективну, раціональну і адаптовану систему основного обробітку ґрунту під ячмінь озимий і встановити кращий варіант підготовки ґрунту до сівби ячменю озимого в залежності від кліматичних змін в регіоні.

2.2.2. Методика проведення досліджень

За темою кваліфікаційної роботи у 2024 році був закладений польовий дослід з вивчення впливу різних систем основного обробітку ґрунту на продуктивність ячменю озимого у виробничій у зернопросапній короткоротаційній 5-ти пільній сівозміні із наступним чергування сільськогосподарських культур: льон олійний – пшениця озима – ріпак озимий – соняшник – ячмінь озимий.

Закладання виробничого дослідів та проведення наукових досліджень передбачених програмою дослідів відбувалося за методиками польового експерименту, описаними [29,30].

В досліді вивчалися наступні варіанти:

Схема дослідів : дослід однофакторний:

1. Традиційна рекомендована система, дискування на 10-12см – (контроль);
2. Система Mini-till;
3. Система Verti-till..

Ділянки в досліді розташовані систематично в один ярус у 3-х повтореннях.

Площа під дослідом 109,9га, посівна площа ділянок в досліді 13,8га, облікова – 300 м². Попередник – соняшник, висівали сорт ячменю озимого – **Луран**.

В досліді проводилися наступні спостереження, обліки, аналізи та розрахунки:

Динаміку вологості ґрунту визначали методом термостатно-метровому шарі пошарово через кожні 10см, тричі за вегетацію ячменю озимого [29,30].

Визначення щільності ґрунту проводили методом ріжучого кільця у фазу колосіння ячменю озимого за методикою ДСТУ ISO 11272-2001 [31].

Облік забур'яненості посівів ячменю озимого проводився кількісно-ваговим методом у фазу повної стиглості зерна ячменю озимого [32,33].

Площу листової поверхні визначали за загальноприйнятою методикою шляхом вимірів довжини та ширини листа і використання коефіцієнту перерахунку 0,67 [29,30].

Облік урожаю проводився методом прямого збирання зерновим комбайном ячменю з кожної ділянки із наступним його зважуванням та перераховуванням за стандартної вологості на урожай зерна з 1 га [29,30].

Для аналізу структури та якості урожаю зерна ячменю озимого відбирали пробні снопи з площі 1 м²[34].

Якісні показники зерна ячменю озимого визначали у Навчально-дослідній лабораторії ОДАУ за стандартними апробованими методиками.

Економічну ефективність результатів досліду розраховували за методиками Рибка В.С. та ін.[35].

Отримані результати обліку урожайності зерна ячменю озимого в досліді обчислювали методом дисперсійного аналізу за Єщенко В.О. [29].

2.2.3. Технологія вирощування ячменю озимого в досліді

В досліді за вирощування ячменю озимого нами була використана загально прийнята, рекомендована для зони господарювання господарства технологія, за виключенням варіантів із системами основного обробітку, які досліджувалися.

Слідом за збиранням попередника соняшнику проводили подрібнення післязбиральних рештків ґрунту агрегатом NewHolland TD 5+ K3K-3, на всіх ділянках дослідів. Перед проведенням основного обробітку ґрунту на всіх ділянках внесли сульфат амонію із розрахунку 150 кг у фізичній вазі, який загортався у ґрунт під час проведення основного обробітку ґрунту.

Після зростання бур'янів у контрольному варіанті поле обробляли агрегатом трактор NewHolland TD 5+ Joker 5 RT на глибину 10-12 см у 2 сліди до повної розробки посівного шару ґрунту та подрібнення післязбиральних рештків.

У варіанті з системою основного обробітку ґрунту No-till до сівби поле не оброблялося, а у варіанті із системою основного обробітку ґрунту Verti-till поле обробляли агрегатом трактор John Deere 3135Б + Salford RTS 2124.

Перед сівбою у контрольному варіанті був виконаний передпосівний обробіток ґрунту агрегатом NewHolland TD 5 + KuhnKrause на глибину 5-6 см. Посів ячменю озимого проводили у жовтні агрегатом NewHolland TD 5+ ASTRA NOVA 5,4 згідно схеми дослідів. При сівбі вносили мінеральне добриво нірофоску $N_{16} P_{16} K_{16}$ дозою 60 кг у фізичній вазі на 1 га, після посіву поле коткували котками ЗКШ-6.

Посів ячменю озимого у варіантах з No-till та Verti-till проводили також у оптимальні строки агрегатом на глибину 5-6 см з нормою висіву 4,5 млн. схожих зерен на 1 га агрегатом John Deere 3135Б+сівалка KASI 3,0. При сівбі вносили мінеральне добриво нірофоску $N_{16} P_{16} K_{16}$ дозою 60 кг у фізичній вазі на 1 га. По всіх варіантах сіяли районований сорт ячменю озимого Дев'ятий вал.

Перед відновленням весняної вегетації вносили добрива – сечовина 100 кг/га у фізичній вазі по всіх варіантах агрегатом трактор МТЗ 832 Белорус+РУМ 1200.

Навесні у фазу виходу у трубку вносили гербіцид Гранстар Голд 75 в дозі 35 г/га обприскувачем HORSCH Leeb RT 330.

Збирали урожай зерна ячменю озимого на облікових ділянках подільночно, самохідним комбайном ClaasLexion 750 з кожної облікової ділянки.

2.2.4 Характеристика об'єкту досліджень

Середньопізній сорт шестирядного ячменю. [Насіння озимого ячменю](#) зернового напрямку Луран. Оригігатор – «Селген, а.с.», Чехія. Рекомендований для всіх зон України.

Господарські та біологічні ознаки сорт Луран:

- СОРТУ притаманна стабільність врожайності. Середня врожайність 60-70 ц/га, часто до 80 ц/га, при потенціалі в 95 ц/га. Не вимагає особливих умов для агротехніки.
- Підходить для вирощування у всіх зонах України.
- Хороша стійкість до посухи та осипання.
- Висока стійкість до хвороб ячменю.
- Зимостійкість — висока.

Апробаційні ознаки ячменю Луран:

- Висота рослин 75 див. Різновид pallidum. Колос шестирядний (9-10см), щільний, неламкий, прямокутної форми, з повільним переходом у верхній частині в ромбічну солом'яно-жовтий.
- Маса 1000 насіння 45 - 53,0 р.
- Вміст білка в зерні -12,0-13,5%.
- Висота рослин 75 див.

Агротехніка стандартна для зони вирощування. Протруювання насіння і внесення добрив обов'язкове. Використовуйте інсектицид для ячменю і гумат для озимих — отримаєте відмінний урожай.

Норма висіву 180-250 кг/га залежно від строків сівби та погодних умов [36].

Висновки до розділу 2.2. Представлена програма, схема досліду, визначена методика проведення супутніх наукових досліджень, сорт ячменю озимого і запропонована та впроваджена технологія вирощування його, повністю витримані у ракурсі вимог польового наукового експерименту і здатні забезпечити отримання істотних результатів досліду.

РОЗДІЛ 3

ВПЛИВ РІЗНИХ СИСТЕМ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО

3.1. Вологозабезпеченість посівів ячменю озимого

Формування органічної маси рослинами, нарощування біомаси та величина господарського врожаю значною мірою детермінуються гідротермічними чинниками, зокрема рівнем освітленості, температурним режимом та водозабезпеченістю. Саме вони визначають інтенсивність процесів фотосинтезу, транспірації та інших фізіолого-біохімічних функцій, що зумовлюють ріст і розвиток культурних рослин.

У південнестеповій зоні України, яка відзначається посушливим кліматом, провідним обмежувальним фактором землеробства виступає дефіцит доступної вологи. Обмежена кількість атмосферних опадів, особливо у критичні періоди вегетації, негативно впливає на функціонування фізіологічних процесів, знижує ефективність використання теплової та світлової енергії, що, у свою чергу, обмежує утворення органічної речовини й безпосередньо зменшує врожайність.

Важливим завданням землеробства у регіоні є раціональне управління водним режимом ґрунту, яке передбачає заходи зі збереження запасів вологи, зменшення інтенсивності її випаровування та підвищення інфільтраційної здатності ґрунтового профілю. До найбільш дієвих прийомів належать мульчування, мінімізація обробітку, а також комплекс агротехнічних заходів, спрямованих на накопичення та раціональне використання вологи.

Науково доведено, що саме волога є визначальним фактором у степовій зоні півдня України, який регламентує формування біомаси та рівень продуктивності зернових культур [37]. У літературі з кінця XIX ст. наведено значний обсяг досліджень водного режиму рослин в умовах обмеженого зволоження, започаткованих провідними українськими вченими.

Результати експериментів [38–41] засвідчують, що покращення водозабезпечення рослин сприяє розвитку активної поглинаючої поверхні кореневої системи та забезпечує формування вищих урожаїв. Зокрема, урожайність озимого ячменю безпосередньо залежить від дружності сходів. Осіння нестача вологи затримує проростання насіння, спричиняє зріджені сходи, ослаблений розвиток коренів і зрештою – зниження зимостійкості, що призводить до часткової загибелі рослин або зменшення врожайності [42,43].

Озимий ячмінь, належачи до хлібів першої групи, характеризується відносною посухостійкістю, проте максимально реалізує потенціал продуктивності за умов достатнього зволоження. Дефіцит вологи у будь-який із зазначених фаз уповільнює ріст, пригнічує закладання органів і суттєво знижує врожай. Особливо критичним для озимого ячменю є інтервал від виходу в трубку до колосіння, коли відбувається формування генеративних органів і стебел. Посуха в цей час спричиняє зниження інтенсивності диференціації, утворення неплідних пилкових зерен та, як наслідок, зменшення врожайності.

Вологодефіцит у фазі кушіння або виходу в трубку знижує розвиток вегетативної маси, кількість продуктивних стебел, урожайність соломи та масу зерна [44–46]. Посухостійкість культури підтверджується низьким коефіцієнтом транспірації, який у середньому становить 403 (з коливанням у межах 300–450). Встановлено, що на формування 1 ц сухої речовини рослини витрачають близько 535 центнерів води, тоді як сумарні витрати з шару ґрунту 0–160 см протягом вегетаційного періоду сягають у середньому 365 мм [47].

Ефективність водозабезпечення істотно залежить від системи обробітку ґрунту. Звісно, у наукових дослідженнях полицеві та безполіцеві методи мають різний вплив на акумуляцію і збереження вологи, що зумовлюється конкретними погодними умовами року [48]. Зокрема, безполіцевий обробіток у поєднанні з мульчувальним шаром післяжнивних

решток забезпечує стабільніше збереження вологи до фази цвітіння ячменю, що сприяє формуванню дружних і повноцінних сходів [49-51].

За результатами моніторингу динаміки запасів доступної вологи в ґрунті протягом вегетації ячменю озимого встановлено, що різні системи основного обробітку ґрунту у певній мірі вплинули на її кількість в ньому (табл. 3.1).

В умовах 2024-2025 сільськогосподарського року забезпеченість рослин ячменю озимого ґрунтовою вологою в досліді була вкрай не сприятлива (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 Вплив різних систем основного обробітку ґрунту на запаси доступної вологи в метровому шарі ґрунту, мм, 2025р

Варіант	Перед сівбою	Відновлення вегетації	Перед збиранням
1. Традиційна рекомендована система – контроль	14,10	70,60	11,00
2. Система Mini-till	18,70	75,00	15,30
3. Система Verti-till	22,90	84,50	17,40

Посушливі умови літа призвели до зменшення запасів доступної вологи в ґрунті перед сівбою озимого ячменю до критично низького рівня. Лише вересневі опади частково компенсували цей дефіцит і створили умови для формування дружних і повних сходів культури. Подальші опади осінньо-зимового періоду та весни забезпечили достатній рівень зволоження, що сприяло активному росту й розвитку рослин озимого ячменю.

У досліді відмічалася стійка перевага варіанта із системою основного обробітку ґрунту Verti-till за рівнем продуктивної вологи. Так, перед сівбою в метровому шарі ґрунту її запаси становили 22,9 мм, що було найбільшим

показником серед усіх варіантів. Мінімальні значення (14,1 мм) зафіксовані у контрольному варіанті з традиційною системою обробітку. Варіант Mini-till також перевищував контрольний за вологозабезпеченням (18,7 мм), однак загалом вологозапаси залишалися недостатніми, особливо у верхньому, насіннєвому шарі, що зумовило строкатість сходів, які з'явилися лише після осінніх опадів.

Осінньо-зимові опади значно поповнили запаси вологи у метровому шарі ґрунту, покращивши умови вегетації. Водночас простежувалася закономірність впливу систем обробітку: на початок весняної вегетації найбільші запаси доступної вологи знову були у варіанті Verti-till – 84,5 мм. У системі Mini-till цей показник був нижчим на 9,5 мм, тоді як у контрольному варіанті – лише 70,6 мм, тобто на 4,4–13,9 мм менше порівняно з Mini-till та Verti-till відповідно.

Протягом весняно-літнього періоду в усіх варіантах досліджу відмічалася поступове зниження запасів продуктивної вологи. Проте на кінець вегетації найбільший її залишок зафіксовано у варіанті Verti-till – 17,4 мм, що перевищувало показники Mini-till та традиційної системи на 2,1–6,4 мм.

Висновки до підрозділу 3.1. Отримані результати свідчать, що застосування систем Mini-till та особливо Verti-till сприяє додатковому накопиченню продуктивної вологи на час відновлення весняної вегетації (на 6,2–19,7% більше) та збереженню її залишків до збирання озимого ячменю (на 39,1–58,2% більше). Найвища ефективність використання ґрунтової вологи відзначена у варіанті Verti-till, що є визначальним фактором для формування високих і стабільних урожаїв у посушливих умовах Степу України.

4.2 Щільність ґрунту

Сільськогосподарські культури потребують оптимальних умов для росту та розвитку, і одним із визначальних чинників є щільність ґрунту. Відхилення цього показника як у бік надмірного ущільнення, так і

надмірного розрихлення створює несприятливе середовище для формування продуктивного агроценозу.

Надмірно розрихлений ґрунт характеризується швидкою втратою вологи, що є особливо критичним у посушливих умовах. У такому середовищі насіння втрачає належний контакт із ґрунтовими частинками, що ускладнює процес проростання та формування повноцінної кореневої системи. Крім того, недостатня структурна стійкість надмірно розпушених ґрунтів підвищує ризик ерозійних процесів і втрати родючого шару.

Надмірно ущільнений ґрунт, навпаки, має низьку водопроникність та вологоємність, що обмежує доступність вологи для коренів. Погіршення аерації негативно позначається на диханні рослин та активності ґрунтової мікробіоти. У таких умовах можливе накопичення відновних токсичних сполук, які гальмують розвиток культурних рослин.

Таким чином, щільність ґрунту слід розглядати як один із ключових показників його родючості. Оптимальні параметри забезпечують рівновагу між водопроникністю, аерацією та вологоємністю, що формує сприятливе середовище для росту й розвитку культур та визначає стабільність і рівень урожайності.

Польові дослідження в різних ґрунтово-кліматичних зонах України дозволили встановити оптимальні значення цього показника для окремих культур. Наприклад, для чорноземів звичайних суглинкових у південному Степу оптимальна щільність ґрунту під озимий ячмінь становить 0,9–1,1 г/см³. Однак рівноважна щільність не завжди збігається з оптимальною для певних видів рослин, що вимагає уточнення залежно від біологічних особливостей культури.

Інтенсифікація землеробства та зростання антропогенного навантаження, зокрема збільшення кількості проходів сільськогосподарської техніки, істотно трансформують фізичні властивості ґрунту. Це зумовлює необхідність більш глибокого вивчення процесів, пов'язаних із ущільненням, та їхнього впливу на продуктивність агроecosистем. Ущільнення ґрунту

змінює його структуру, щільність і здатність акумулювати вологу, що безпосередньо впливає на його родючість і врожайність культур.

У цьому контексті важливим є дослідження впливу попередників, систем удобрення та різних методів обробітку на щільність ґрунту. Особливої актуальності набуває аналіз цих аспектів у рамках сучасних технологій вирощування культур з метою розробки ефективних стратегій управління фізичними властивостями ґрунту.

Результати таких досліджень мають не лише запобігати деградації ґрунтового середовища, а й сприяти пошуку оптимальних підходів до регулювання його щільності. Це дозволить створювати умови для стійкого росту і розвитку культур, підвищення врожайності та збереження екологічної

Одним із провідних завдань системи обробітку ґрунту є оптимізація його фізичних властивостей, серед яких ключове значення мають щільність будови, структурно-агрегатний склад, загальна та капілярна пористість, водопроникність і здатність до випаровування вологи. Основним інтегральним показником фізичного стану ґрунту вважається його щільність [52,53].

Результати численних досліджень, виконаних науковими установами з вивчення ефективності різних способів обробітку ґрунту під сільськогосподарські культури, свідчать, що надмірне ущільнення є суттєвим обмежувальним фактором для росту рослин. Ущільнений орний шар створює механічний бар'єр для розвитку кореневої системи, знижує її забезпечення вологою й повітрям, погіршує аерацію, обмежує розмір міжагрегатних проміжків та зменшує проникність ґрунту для води й газів. В умовах високої щільності істотно зменшується інфільтрація атмосферних опадів і талих вод (за щільності $1,4 \text{ г/см}^3$ для просочування 1 мм опадів потрібно 1,5–2 год). Крім того, ущільнений ґрунт ускладнює надходження поживних елементів у рослини. Так, встановлено, що ячмінь за оптимальної щільності ($1,0\text{--}1,1 \text{ г/см}^3$) формує продукцію з меншими витратами елементів живлення, ніж у випадку надмірного ущільнення.

Відомо також, що надто розрихлений ґрунт зі щільністю 0,86–0,90 г/см³ негативно впливає на дружність сходів, сприяє інтенсивній втраті вологи через випаровування та знижує урожайність [54–56]. Таким чином, і надмірне ущільнення, і надмірне розпушення створюють несприятливі умови для розвитку рослин.

Дослідження впливу способів і глибини основного обробітку ґрунту засвідчують, що твердість орного шару, яка визначає опір проникненню коренів, зумовлюється насамперед поєднанням щільності та вологості [56]. За достатньої вологості коренева система здатна проникати навіть у щільний ґрунт. Водночас перевищення граничних значень ущільнення є небажаним: воно не повинно виходити за межі 1,25–1,35 г/см³ або 1,20–1,45 г/см³ залежно від типу ґрунту [52].

Вивчення динаміки щільності чорнозему звичайного під впливом різних систем безполицевого основного обробітку показало, що у варіантах із рекомендованою системою та системою Mini-till цей показник залишався близьким до оптимальних значень як перед сівбою, так і перед збиранням озимого ячменю (табл. 3.2). Водночас у варіанті з технологією Verti-till відмічено певне ущільнення орного шару.

Таблиця 3.2 Щільність ґрунту під ячменем озимим за різних систем основного обробітку ґрунту, г/см³, 2025р.

Варіант	Шар ґрунту, см			
	0-10	10-20	20-30	0-30
перед сівбою				
1. Традиційна рекомендована система – контроль	1,12	1,28	1,32	1,24
2. Система Mini-till	1,17	1,26	1,30	1,22
3. Система Verti-till	1,25	1,30	1,35	1,30

фаза колосіння				
1. Традиційна рекомендована система – контроль	1,26	1,30	1,37	1,31
2. Система Mini-till	1,29	1,32	1,34	1,32
3. Система Verti-till	1,30	1,34	1,41	1,34

У ході досліджень встановлено, що на час сівби найбільше розпушення посівного шару ґрунту спостерігалось у контрольному варіанті (традиційна рекомендована система основного обробітку) – 1,12 г/см³. Порівняно з ним, щільність шару 0–10 см після застосування систем Mini-till та Verti-till була більшою відповідно на 0,05–0,13 г/см³.

Щільність орного шару загалом також перебувала у певній залежності від застосованої системи обробітку. Так, у варіантах із традиційною системою та Mini-till цей показник становив 1,22–1,24 г/см³, тоді як у варіанті Verti-till ґрунт був щільнішим – 1,30 г/см³. Імовірно, значне розпушення орного шару у контрольному та Mini-till варіантах зумовило підвищені втрати вологи, що позначилося на рості й розвитку озимого ячменю, а також на перебігу мікробіологічних та біохімічних процесів у ґрунті.

Узагальнюючи результати, можна зазначити, що всі системи основного обробітку забезпечували в цілому оптимальні значення щільності орного шару (1,24–1,31 г/см³). Водночас розуцільнення шару 20–30 см найбільш вираженим було у варіанті Mini-till – 1,30 г/см³, що на 0,02–0,05 г/см³ менше порівняно з рекомендованою системою та Verti-till.

Наприкінці вегетації озимого ячменю на щільність ґрунту істотно вплинули природні фактори. Середні показники (табл. 3.2) засвідчили, що після застосування системи Mini-till щільність орного шару практично не відрізнялася від контрольного варіанта і становила відповідно 1,31–1,32

г/см³. Найбільші значення цього показника зафіксовані у варіанті з системою Verti-till. При цьому у верхньому (0–10 см) шарі щільність у варіантах Mini-till та Verti-till була майже однаковою – 1,29–1,30 г/см³.

У фазі колосіння відзначалося зростання щільності у шарах 10–20 і 20–30 см, що пояснюється природним самоущільненням важких ґрунтів унаслідок зниження запасів вологи через випаровування та інтенсивну транспірацію рослин.

Висновки до підрозділу 3.2. Моніторинг щільності ґрунту засвідчив переваги традиційної рекомендованої системи та, особливо, системи Mini-till. У цих варіантах орний шар мав дещо нижчу щільність, що сприяло формуванню розвиненої кореневої системи й забезпечувало кращий ріст і розвиток озимого ячменю.

3.3. Забур'яненість посівів

Пріоритетним напрямом сільськогосподарського виробництва є вирощування культурних рослин у чистих посівах, однак на практиці уникнути забур'яненості повністю неможливо. В агроценозах формується складна система взаємодій між культурними рослинами та бур'янами, що відзначається різноманітністю і багатогранністю. В Україні нараховуються тисячі видів бур'янів, які суттєво відрізняються за своїми біологічними характеристиками. Ці відмінності формувалися протягом тисячоліть під впливом взаємодії з різними культурами, природно-кліматичних умов і систем землеробства, що змінювалися впродовж історичного розвитку суспільства.

Бур'яни пристосувалися до широкого спектра умов вирощування, демонструючи високу виживаність навіть за застосування сучасних агротехнічних заходів. Їх конкурентоспроможність проявляється у здатності відбирати у культурних рослин світло, воду та поживні речовини, що робить їх одним із головних факторів зниження врожайності. Саме тому контроль забур'яненості посівів є невід'ємною складовою агротехнологій [57-59].

Ефективне управління бур'яновим компонентом в агроєкосистемах передбачає інтегрований підхід, який базується на знанні їхньої біології, екології та особливостей взаємодії з культурними видами. Він включає механічні та хімічні методи контролю, використання сівозмін і систему агротехнічних заходів, що сприяють зменшенню чисельності бур'янів і створенню оптимальних умов для росту культурних рослин.

Порівняно з культурними видами, бур'яни мають вищу екологічну пластичність і адаптивність, що дає їм змогу витримувати стресові умови, у яких культурні рослини втрачають продуктивність. Важливою їхньою перевагою є висока насіннева продуктивність: бур'яни формують значно більшу кількість плодів і насіння, ніж культурні види, що забезпечує їх швидке розмноження та поширення [57-59].

Насіння бур'янів характеризується надзвичайною життєздатністю: воно може зберігати схожість у ґрунті десятки років і проростати за сприятливих умов навіть після тривалих періодів «біологічного спокою». Це робить боротьбу з ними особливо складною. Крім того, насіння поширюється на значні відстані вітром, водними потоками, тваринами та сільськогосподарською технікою, що сприяє постійному поновленню банку насіння у ґрунті. Отже, для їх ефективного контролю необхідні довгострокові та комплексні стратегії [57-59].

Попри величезну різноманітність бур'янів, найбільшу шкоду сільськогосподарському виробництву завдають близько тридцяти видів, тоді як приблизно сто вважаються помірно небезпечними. Решта видів переважно походять із природних фітоценозів і не становлять серйозної загрози, адже в агроценозах поступаються як культурним рослинам, так і агресивнішим бур'янам. Однак навіть невелика кількість небезпечних видів може призвести до значних втрат урожаю. За оцінками, систематичний контроль бур'янів здатен підвищити урожайність зернових на 10–11%, тоді як у роки з високим рівнем забур'яненості втрати врожаю можуть сягати 25–30% [60].

Бур'яни не лише знижують кількість врожаю, а й погіршують його якість, впливаючи на вирівняність, плівчастість і хімічний склад зерна. Вони відбирають у культурних рослин ключові ресурси — сонячне світло, вуглекислий газ, елементи живлення та вологу, що не дозволяє культурі повною мірою реалізувати свій генетичний потенціал. Це змушує аграріїв збільшувати витрати на компенсаційні заходи, що знижує економічну ефективність виробництва [61,62].

З біологічної точки зору озимий ячмінь належить до культур зі слабкою конкурентною здатністю проти бур'янів. Дослідження показали, що навіть поодинокі рослини таких видів, як лобода біла, осот рожевий чи щириця звичайна, у кількості лише однієї рослини на 1 м², зменшують урожайність ячменю на 0,21; 0,36 і 0,29 ц/га відповідно. Це підтверджує необхідність своєчасного застосування заходів контролю забур'яненості, особливо через систему обробітку ґрунту.

Зокрема, встановлено, що поверхнєве розпушування концентрує основну масу насіння бур'янів у верхньому (0–5 см) шарі ґрунту. При плоскорізному обробітку частина насіння потрапляє глибше завдяки процесам сепарації та утворенню щілин, що призводить до загортання 29–37% насіння на глибину понад 5 см. Натомість щорічна оранка переміщує більшу частину насіння у нижні горизонти ґрунту, ускладнюючи контроль у наступні роки.

Таким чином, ефективність регулювання рівня забур'яненості у посівах озимого ячменю значною мірою залежить від правильно обраної системи обробітку ґрунту, що дозволяє зменшити чисельність бур'янів і мінімізувати їхній негативний вплив на урожайність [63].

Облік забур'яненості посівів ячменю озимого у кінці вегетації в зафіксував наступний рівень забур'янення озимого ячменю (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 Вплив різних систем основного обробітку ґрунту на забур'яненість посівів ячменю озимого в кінці вегетації рослин, 2025 р.

Варіант	Кількість бур'янів, шт./м ²	Маса бур'янів, г./м ²
1. Традиційна рекомендована система – контроль	21,0	41,2
2. Система Mini-till	25,0	46,9
3. Система Verti-till	27,0	50,6

Найбільша забур'яненість посівів ячменю озимого спостерігалася у досліді як у кількісному так і у ваговому вимірі у варіанті з проведенням системи основного обробітку ґрунту Verti-till яка становила 27,0шт/м² із масою 50,6г/м² і перевищувала за цими показниками контрольний варіант із традиційною рекомендованою системою основного обробітку ґрунту відповідно на 6 шт/м² та 9,4г/м². Найменша забур'яненість ячменю озимого була відмічена у варіанті досліді із традиційною рекомендованою системою основного обробітку ґрунту яка становила відповідно 21,0 шт/м² та 41,2г/м², тоді як система основного обробітку ґрунту Mini-till за рівнем забур'янення посівів ячменю озимого займала проміжне положення і становила відповідно 25,0 шт/м² та 46,9г/м², або лише на 4,0шт/м² і на 5,7г/м² більше за контрольний варіант.

Водночас, у варіанті із системою основного обробітку ґрунту Verti-till забур'яненість посівів ячменю озимого була набагато більше у порівнянні з контрольним варіантом із системою традиційного рекомендованого основного обробітку ґрунту на 28,6 – 22,8% відповідно у кількісному та ваговому вимірі.

Висновки до підрозділу 3.3. Таким чином, застосування системи основного обробітку Verti-till та системи основного обробітку ґрунту Mini-

till призводить до дещо більшого забур'янення посівів ячменю озимого у порівнянні з контрольним варіантом – рекомендованою системою основного обробітку ґрунту на 16,0 – 28,6% та 13,8 – 22,8% відповідно у кількісному та ваговому вимірі.

3.4. Площа листової поверхні

Доведено, що ріст і розвиток рослин відбуваються завдяки інтенсивному використанню органічних речовин, які синтезуються у процесі фотосинтезу. Центральна роль у цьому належить листку, адже саме він формує основну асиміляційну поверхню, від розмірів якої залежить ефективність фотосинтетичної активності й, відповідно, рівень урожайності сільськогосподарських культур. Нагромадження листової поверхні прямопропорційно корелює зі зростанням продуктивності фотосинтетичних процесів, що визначає потенціал формування врожаю.

За останні десятиліття фізіологічні дослідження переконливо довели: збільшення інтенсивності ростових процесів тісно пов'язане з посиленням утворення асиміляційної поверхні, що, у свою чергу, сприяє підвищенню сумарної фотосинтетичної діяльності рослин. Темпи росту й розвитку протягом вегетаційного періоду, забезпечені фотосинтезом, виступають ключовим чинником формування врожайності.

Фізіологічні дослідження останніх десятиліть переконливо свідчать: посилення ростових процесів нерозривно пов'язане з розширенням асиміляційної поверхні, що, у свою чергу, зумовлює зростання сумарної фотосинтетичної продуктивності рослин. Швидкість росту та розвитку рослин протягом вегетаційного періоду, які забезпечуються інтенсивністю фотосинтезу, виступають визначальним чинником у формуванні врожайності.

Багаточисленні дослідження засвідчили, що зміни у ґрунтовому середовищі, кліматичних умовах та елементах технології вирощування істотно впливають на швидкість ростових процесів і розвиток культурних рослин. Встановлено наявність тісної позитивної кореляції між площею

листової поверхні та обсягом біомаси, накопиченої упродовж вегетаційного періоду.

Таким чином, у сучасних технологіях вирощування культур, зокрема озимого ячменю, важливим завданням є регулювання розмірів асиміляційної поверхні, що дає змогу підвищити ефективність фотосинтетичної діяльності та продуктивність агрофітоценозів [64].

У ході проведених нами досліджень, в досліді було виявлено певні закономірності у формуванні площі листової поверхні рослин ячменю озимого в залежності від різних систем основного обробітку ґрунту (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 Площа листової поверхні агроценозу ячменю озимого в залежності від систем основного обробітку ґрунту, 2025р.

Системи обробітку ґрунту	Площа листової поверхні, тис. м ² /га	
	вихід у трубку	колосіння
1. Традиційна рекомендована система – контроль	15,0	9,7
2. Система Mini-till	15,6	10,3
3. Система Verti-till	16,1	11,4

Аналіз даних таблиці 3.4 показує, що на початку трубкування площа листової поверхні рослин озимої пшениці була практично однаковою у всіх варіантах досліду й коливалася в межах 15,0–16,1 тис. м²/га. Водночас простежувалася певна тенденція до збільшення фотосинтетичного потенціалу агрофітоценозу за застосування системи основного обробітку ґрунту Verti-till. Використання системи Mini-till у цьому періоді зумовило незначне зменшення площі листового апарату відносно Verti-till (лише на 0,5 тис. м²/га), проте за цим показником варіант Mini-till перевищував контроль із традиційною рекомендованою системою на 0,6 тис. м²/га.

У фазу колосіння відбулося закономірне зменшення площі листкової поверхні в усіх варіантах дослідів до 4,7–5,3 тис. м²/га. Проте й у цей період перевага за показниками фотосинтетичного потенціалу залишалася за варіантами з системами Mini-till та особливо Verti-till, де площа асиміляційної поверхні перевищувала контрольний варіант відповідно на 0,6–1,7 тис. м²/га, або на 6,2–17,5%. Варто підкреслити, що істотних відмінностей між системами Mini-till і Verti-till у формуванні асиміляційного апарату не було зафіксовано: різниця між ними становила лише 1,1 тис. м²/га на користь Verti-till.

Отримані відмінності у розвитку асиміляційної поверхні безпосередньо вплинули на ефективність фотосинтетичних процесів, що стало важливим чинником формування рівня врожайності озимого ячменю.

Висновки до підрозділу 3.4. Проведені дослідження засвідчили, що система основного обробітку ґрунту Verti-till забезпечувала формування найбільшої площі асиміляційного апарату в рослин озимого ячменю, перевищуючи варіанти Mini-till і контроль із традиційною рекомендованою системою в фазу кущення на 3,2–7,3%, а у фазу колосіння – на 10,7–17,5%. Це створювало передумови для підвищення фотосинтетичної продуктивності та формування вищих урожаїв культури.

3.5. Урожайність зерна

Формування врожайності озимого ячменю в агрокліматичних умовах південного Степу України зумовлюється сукупністю чинників, серед яких ключове значення мають попередники, система удобрення та системи основного обробітку ґрунту.

Попередники відіграють визначальну роль у підготовці посівних площ, оскільки правильний їх добір сприяє поліпшенню структурного стану ґрунту, підвищенню вмісту органічної речовини та збереженню продуктивної вологи, необхідної для сходів і початкового розвитку ячменю озимого. Не менш важливим елементом технології є система удобрення, яка забезпечує рослини макро- та мікроелементами. Своєчасне внесення органічних і

мінеральних добрив у науково обґрунтованих нормах створює сприятливі умови для росту та розвитку культури, а також впливає на реакцію ґрунтового розчину, що визначає доступність поживних речовин.

Разом із тим система і спосіб основного обробітку ґрунту безпосередньо формують його фізичні властивості, водний і повітряний режими. Так, традиційна глибока оранка покращує водопроникність, але водночас може зумовлювати значні втрати вологи через випаровування. Натомість безполицевий обробіток сприяє збереженню вологи в орному шарі, що має особливе значення в умовах дефіциту атмосферних опадів у південних районах Степу.

Ефективність кожного з перелічених чинників значною мірою визначається їх взаємодією. Наприклад, навіть за умов оптимального удобрення, невдалий вибір попередника або невідповідна система обробітку можуть істотно знизити врожайність культури. Тому технологія вирощування озимого ячменю повинна розглядатися як інтегрована система, що враховує всі складові агротехніки та адаптується до конкретних кліматичних і ґрунтових умов південного Степу України [65-67].

Урожайність зерна ячменю озимого у 2024–2025 сільськогосподарському році, за результатами проведених досліджень (табл. 3.5), виявилася найвищою у варіанті із застосуванням системи основного обробітку ґрунту Verti-till і становила 3,33 т/га, що на 0,46 т/га (16,0%) перевищувало контроль.

Таблиця 3.5 Вплив різних систем основного обробітку ґрунту на урожайність зерна ячменю озимого, 2025р.

Варіант	Урожайність, т/га	Відхилення від контролю, +/-	
		т/га	%
1. Традиційна рекомендована система – контроль	2,87	-	-
2. Система Mini-till	3,12	+0,25	8,7

3. Система Verti-till	3,33	+0,46	16,0
НІР ₀₅	0,19		

Найнижчу врожайність отримано у контрольному варіанті з традиційною рекомендованою системою – 2,87 т/га, що було менше, ніж у варіанті Mini-till на 0,25 т/га, а порівняно з варіантом Verti-till – на 0,46 т/га. Відмінності між варіантами є статистично достовірними за НІР₀₅ = 0,19 т/га.

Таким чином, отримані результати підтверджують, що формування врожаю ячменю озимого визначалося поєднанням погодних умов вегетаційного періоду та впливом різних систем основного обробітку ґрунту.

Пояснити зміни, які відбулися у продуктивності зерна ячменю озимого в досліді можна за проведеним структурним аналізом урожаю (табл. 3.6).

Таблиця 3.6 Структура врожаю ячменю озимого залежно від різних систем основного обробітку ґрунту, 2025р.

Варіант	Кількість стебел на 1 м ²		Кількість зерен в колосі, шт.	Маса зерен з колоса, г	Маса 1000 зерен, г
	всього	продуктивних			
1. Традиційна рекомендована система – контроль	445	405	19	0,71	36,8
2. Система Mini-till	451	418	20	0,75	37,9
3. Система Verti-till	455	430	20	0,77	38,6

За результатами проведених спостережень встановлено, що в середньому за роки досліджень найвища урожайність ячменю озимого була сформована у варіанті із застосуванням системи основного обробітку ґрунту Verti-till. Її перевага над варіантами Mini-till та традиційною рекомендованою системою зумовлювалася вищими показниками продуктивної кущистості (на 12–24 шт.), маси зерна з одного колосу (на 0,07–0,14 г) та маси 1000 зерен (на

0,7–1,8 г). Ймовірно, отриманий ефект пояснюється більш сприятливим поєднанням умов живлення та зволоження ґрунту за системи Verti-till, що забезпечувало кращу реалізацію біологічного потенціалу культури.

Висновки до підрозділу 3.5. Таким чином, у природно-кліматичних умовах посушливого Степу України найбільш ефективною системою основного обробітку ґрунту під ячмінь озимий є Verti-till. Вона забезпечує приріст урожайності зерна на 0,46 т/га, або на 16,0% у порівнянні з традиційною рекомендованою системою, що робить її доцільною як у агрономічному, так і в економічному аспектах.

3.6. Якість зерна ячменю озимого

Підвищення якісних показників зерна озимого ячменю нині розглядається як одне з ключових завдань сучасного аграрного виробництва. Окрім спадкових властивостей сортів, вирішальне значення у цьому процесі має вдосконалення науково обґрунтованих систем землеробства. Центральним елементом агротехнічної системи вирощування озимого ячменю виступає оптимальне поєднання систем основного обробітку ґрунту та удобрення у структурі сівозмін Південного Степу України.

У ході проведених досліджень при оцінці технологічних параметрів зерна особлива увага приділялася динаміці таких показників, як уміст білка та крохмалю, маса 1000 зерен і натура зерна озимого ячменю залежно від варіантів основного обробітку ґрунту у короткоротаційних сівозмінах [68].

Дані результатів проведених аналізів з якості отриманого урожаю зерна ячменю озимого по різних системах основного обробітку ґрунту свідчать про те, що вони певною мірою залежать від цих факторів (табл. 3.7)

Таблиця 3.7 Вплив систем основного обробітку ґрунту на показники якості зерна ячменю озимого, 2025 р.

Варіант	Натура зерна, г/л	Маса 1000 зерен, г	Сирий білок, %	Крохмаль %
1. Традиційна рекомендована система – контроль	504,3	36,8	11,21	47,70
2. Система Mini-till	516,6	37,9	11,73	47,93
3. Система Verti-till	529,8	38,6	12,98	47,99

Якщо розглядати вплив різних систем основного обробітку ґрунту на основні показники якості зерна ячменю озимого, то за результатами досліджень встановлено: у варіантах із застосуванням систем Mini-till та Verti-till було отримано зерно підвищеної якості. Зокрема, натура зерна становила 516,6–529,8 г/л, маса 1000 насінин – 37,9–38,6 г, вміст сирого білка – 11,73–12,98%, а крохмалю – 47,93–47,99%. У контрольному ж варіанті з традиційною рекомендованою системою обробітку ґрунту ці показники були нижчими: натура зерна – 504,3 г/л, маса 1000 насінин – 36,8 г, вміст сирого білка – 11,21%, крохмалю – 47,70%. Це свідчить про позитивний вплив вдосконалених систем обробітку ґрунту на формування якісних характеристик урожаю.

Висновок до підрозділу 3.6. Таким чином, системи основного обробітку ґрунту Mini-till та Verti-till забезпечують формування зерна ячменю озимого з вищими показниками якості (натура, маса 1000 зерен, вміст білка та крохмалю) порівняно з традиційною рекомендованою системою обробітку ґрунту. Найкращі результати отримано у варіанті Verti-till, що підкреслює його ефективність не лише в підвищенні врожайності, а й у поліпшенні якісних параметрів зерна.

3.7. Економічна ефективність результатів досліду

Економічна оцінка агротехнічних заходів є ключовим елементом визначення їх ефективності, оскільки дозволяє зіставити рівень виробничих витрат із досягнутими результатами. Значну частку у структурі собівартості вирощування зернових культур становить основний обробіток ґрунту, від вибору якого залежить не лише агрофізичний стан орного шару, але й рівень урожайності та економічна віддача технології.

У зонах з недостатнім та нестабільним зволоженням роль системи основного обробітку зростає, адже саме вона визначає здатність ґрунту до акумуляції та збереження продуктивної вологи. Надмірно глибокий обробіток спричиняє інтенсивне її випаровування і формує дефіцит водного режиму, тоді як занадто поверхневий обмежує аерацію та може зумовлювати нагромадження токсичних продуктів у ґрунтовому профілі, що негативно відображається на рості та розвитку рослин.

Таким чином, оцінка доцільності використання тієї чи іншої системи обробітку повинна здійснюватися з урахуванням ґрунтово-кліматичних особливостей регіону та біологічних вимог культури. Тільки інтегрований підхід, що поєднує агрономічні критерії з економічним аналізом, забезпечує оптимальне співвідношення між витратами та кінцевим результатом, дозволяючи підтримувати стабільну продуктивність агроecosистем [69].

Сучасна парадигма розвитку землеробства орієнтується на інноваційні технології, які не лише підвищують урожайність, але й спрямовані на зниження енергетичних і матеріальних витрат виробництва. Одним із ключових напрямів є мінімалізація механічного, насамперед основного, обробітку ґрунту, що дає змогу одночасно зберігати вологу, знижувати деградаційні процеси та підвищувати економічну ефективність виробництва.

Розрахунки економічної ефективності вирощування ячменю озимого проводили в досліді були проведені по варіантам досліду за отриманою урожайністю по загально прийнятим показникам з визначенням рівня рентабельності виробництва продукції.

Зміна рівня виробничих витрат за системами основного обробітку ґрунту представлена у таблиці 3.8 згідно з технологічною картою вирощування ячменю озимого.

Таблиця 3.8 Зміна рівня виробничих витрат за системами основного обробітку ґрунту у розрахунку на 1 га посіву ячменю озимого сорту Луран, грн., 2025р.

Способи обробітку	Додаткові витрати,(+/-)			Всього виробничих витрат
	на обробіток	на збирально-транспортні роботи	разом	
1. Традиційна рекомендована система – контроль	-	-	-	12154,0
2. Система Mini-till	-112,3	+45,0	-67,3	12086,7
3. Система Verti-till	-191,4	+82,8	-108,6	12045,4

Так, виробничі витрати у досліді змінюються за різними системами основного обробітку ґрунту у межах від 12045,4 грн. у варіанті із системою основного обробітку ґрунту – Verti-till до 12154,0 грн. у варіанті із традиційною рекомендованою системою основного обробітку ґрунту – (контроль).

Проведені розрахунки економічної ефективності засвідчили, що максимальний господарський результат у досліді було досягнуто за застосування системи основного обробітку ґрунту Verti-till (табл. 3.9).

Таблиця 3.9 Економічна ефективність вирощування ячменю озимого сорту Луран за різними системами основного обробітку ґрунту, 2025р.

Показники	1. Традиційна рекомендована система – контроль	2. Система Mini- till	3. Система Verti-till
Урожайність зерна, ц/га	28,7	31,2	33,3
Валовий дохід з 1 га посіву, грн.	29274,0	31824,0	33966,0
Виробничі витрати на 1 га посіву, грн..	12154,0	12086,7	12045,4
Виробнича собівартість 1 ц зерна, грн..	423,5	387,4	361,7
Отримано валового прибутку, грн.. з 1 га на 1 ц	17120,0 596,5	19737,3 632,6	21920,6 658,3
Рівень рентабельності виробництва, %	140,8	163,1	182,0

У цьому варіанті собівартість 1 ц зерна ячменю озимого становила 361,7 грн., що на 61,3 грн. нижче порівняно з контрольним варіантом. Рівень рентабельності виробництва досягав 182,0%, перевищуючи контроль на 41,2 пункти, або на 29,3%.

Висновки до підрозділу 3.6. Отримані результати підтверджують, що найбільш економічно обґрунтованим в умовах нашого дослідження є вирощування ячменю озимого за системи основного обробітку ґрунту Verti-till. Рівень рентабельності на рівні 182,0% забезпечив беззаперечну перевагу над традиційною рекомендованою системою, перевищивши її показники на 29,3 пункти. Це свідчить про високу доцільність упровадження системи основного обробітку ґрунту Verti-till у виробничу практику господарств Степу України.

Висновки до розділу 3. Аналіз експериментальних даних дозволяє зробити узагальнений висновок: застосування системи основного обробітку ґрунту Verti-till при вирощуванні ячменю озимого в умовах Степу України створює найбільш сприятливі умови для формування врожайності. Ця система забезпечила зростання виробництва зерна сорту Луран на 16,0% порівняно з традиційною рекомендованою технологією, досягнувши максимальної врожайності 3,33 т/га. Високий рівень рентабельності (182,0%), поєднаний зі зниженням виробничих витрат, робить систему Verti-till економічно доцільною та перспективною для впровадження у виробництво господарств Степової зони України.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Навколишнє середовище є тією частиною природи, з якою безпосередньо взаємодіють живі організми. Умови середовища визначають саме існування людини, рослин, тварин, мікроорганізмів та інших форм життя на Землі.

Сьогодні охорона довкілля посідає одне з провідних місць серед глобальних проблем людства. Ірраціональне використання природних ресурсів – масова вирубка лісів, забруднення атмосферного повітря та водних джерел, інтенсивний промисловий вплив – призвели до критичних наслідків, які ставлять під питання саме майбутнє життя на планеті. Деградація екосистем, кліматичні зміни, вимирання біологічних видів та інші екологічні виклики становлять загрозу не лише нинішнім поколінням, а й подальшому існуванню людства. У зв'язку з цим виникає необхідність у системних заходах щодо збереження та відновлення природи, розробці стратегій раціонального природокористування та зменшення антропогенного навантаження на екосистеми.

Стрімкий розвиток виробничих сил у другій половині XX – початку XXI століття загострив дві ключові проблеми: обмеженість природних ресурсів і масштабне забруднення довкілля. Обмеженість ресурсів стримує економічний розвиток і створює загрозу матеріальному забезпеченню населення, тоді як забруднення негативно впливає на здоров'я людей, підвищує захворюваність і скорочує тривалість життя.

Раціональне природокористування, охорона навколишнього середовища та забезпечення екологічної безпеки є необхідними умовами сталого розвитку суспільства. Їх дотримання гарантує не лише економічну стабільність, а й збереження здоров'я людей та природних екосистем. Досягти цього можливо шляхом інтеграції екологічних вимог у всі сфери

виробництва, впровадження екологічно безпечних технологій і посилення контролю за використанням ресурсів.

Охорона довкілля являє собою цілісну систему державних, міжнародних та суспільних заходів, спрямованих на збереження, відновлення і захист природних ресурсів. Її завдання полягають у створенні умов для задоволення матеріальних і культурних потреб сучасності та збереженні природного потенціалу для прийдешніх поколінь. Реалізація цих завдань потребує координації дій держав, міжнародних організацій і громадських інституцій, спрямованих на формування стратегії сталого розвитку.

Особлива роль належить державі, яка формує організаційні, правові та економічні механізми екологічної безпеки. Важливим інструментом у цьому контексті є екологічне право, що визначає юридичні норми раціонального використання природних ресурсів, забезпечення їх відновлення та охорони. Воно охоплює питання управління відходами, збереження екологічної рівноваги, а також встановлює юридичну відповідальність за порушення природоохоронного законодавства, стимулюючи екологічно відповідальну поведінку суб'єктів господарювання та громадян [70,71].

Правові засади охорони навколишнього середовища закріплені в Конституції України та Законі України «Про охорону навколишнього природного середовища» [72]. Основними завданнями є збереження екологічної рівноваги, відновлення порушених природних систем та гармонізація економічної діяльності з екологічними вимогами.

Тривале інтенсивне землекористування призвело до порушення рівноваги в екосистемах: знищення природних середовищ існування, скорочення чисельності й ареалів дикої флори і фауни, поширення шкідників та збудників хвороб культурних рослин. Окремі території зазнають інтенсивного впливу водної ерозії, що поглиблює деградаційні процеси.

Суттєвим джерелом забруднення залишаються пестициди, які можуть зберігатися у ґрунті й воді десятиліттями, руйнуючи біоценози та становлячи небезпеку для здоров'я людей і тварин. Тому пріоритетом має бути

застосування біологічних та агротехнічних методів захисту рослин, тоді як хімічні засоби варто використовувати лише у крайніх випадках. Водночас сучасне інтенсивне землеробство неможливе без певного рівня хімізації, включаючи використання мінеральних добрив і засобів захисту. Однак перевищення рекомендованих доз може спричиняти не лише зниження врожайності, а й потрапляння нітратів і хлоридів у ґрунтові води, що погіршує їх якість.

Постійний механічний обробіток ґрунту негативно впливає на його структуру та агрофізичні властивості, сприяючи деградації. Як відповідь на ці виклики в сільському господарстві поширюється використання технологій мінімального обробітку, які сприяють збереженню структури ґрунту, підтриманню його родючості та стійкості до ерозійних процесів [70,71].

Висновки до розділу 4. Послідовне суворе дотримання державних стандартів, законодавства та планів з охорони навколишнього середовища, а також неухильне втілення рекомендованих природоохоронних заходів забезпечить покращення екологічної ситуації, науково обґрунтоване використання природних ресурсів і створить надійне, гармонійне співіснування з природою. Саме ці заходи забезпечать не тільки високоякісне життя всіх громадян суспільства, але й підвищення здоров'я теперішнього та наступних поколінь.

ВИСНОВКИ

Результати проведених наукових досліджень, дозволяють нам зробити попередні висновки:

1. Отримані результати свідчать, що застосування систем Mini-till та особливо Verti-till сприяє додатковому накопиченню продуктивної вологи на час відновлення весняної вегетації (на 6,2–19,7% більше) та збереженню її залишків до збирання озимого ячменю (на 39,1–58,2% більше). Найвища ефективність використання ґрунтової вологи відзначена у варіанті Verti-till, що є визначальним фактором для формування високих і стабільних урожаїв у посушливих умовах Степу України.
2. Визначення щільності ґрунту показало, що після застосування системи Mini-till щільність орного шару практично не відрізнялася від контрольного варіанта і становила відповідно 1,31–1,32 г/см³. Найбільші значення цього показника зафіксовані у варіанті з системою Verti-till. При цьому у верхньому (0–10 см) шарі щільність у варіантах Mini-till та Verti-till була майже однаковою – 1,29–1,30 г/см³.
3. Моніторинг щільності ґрунту засвідчив переваги традиційної рекомендованої системи та, особливо, системи Mini-till. У цих варіантах орний шар мав дещо нижчу щільність, що сприяло формуванню розвиненої кореневої системи й забезпечувало кращий ріст і розвиток озимого ячменю.
4. Застосування системи основного обробітку Verti-till та системи основного обробітку ґрунту Mini-till призводить до дещо більшого забур'янення посівів ячменю озимого у порівнянні з контрольним варіантом – рекомендованою системою основного обробітку ґрунту на 16,0 – 28,6% та 13,8 – 22,8% відповідно у кількісному та ваговому вимірі.
5. Проведені дослідження засвідчили, що система основного обробітку ґрунту Verti-till забезпечувала формування найбільшої площі асиміляційного апарату в рослин озимого ячменю, перевищуючи варіанти Mini-till і контроль із традиційною рекомендованою системою в фазу кущення на 3,2–7,3%, а у

фазу колосіння – на 10,7–17,5%. Це створювало передумови для підвищення фотосинтетичної продуктивності та формування вищих урожаїв культури.

6. В умовах посушливого Степу України найбільш ефективною системою основного обробітку ґрунту під ячмінь озимий є Verti-till. Вона забезпечує приріст урожайності зерна на 0,46 т/га, або на 16,0% у порівнянні з традиційною рекомендованою системою, що робить її доцільною як у агрономічному, так і в економічному аспектах.

7. Найнижчу врожайність отримано у контрольному варіанті з традиційною рекомендованою системою – 2,87 т/га, що було менше, ніж у варіанті Mini-till на 0,25 т/га, а порівняно з варіантом Verti-till – на 0,46 т/га. Відмінності між варіантами є статистично достовірними за $HP_{05} = 0,19$ т/га.

8. Системи основного обробітку ґрунту Mini-till та Verti-till забезпечують формування зерна ячменю озимого з вищими показниками якості (натура, маса 1000 зерен, вміст білка та крохмалю) порівняно з традиційною рекомендованою системою обробітку ґрунту. Найкращі результати отримано у варіанті Verti-till, що підкреслює його ефективність не лише в підвищенні врожайності, а й у поліпшенні якісних параметрів зерна.

9. Найбільш економічно обґрунтованим в умовах нашого дослідження є вирощування ячменю озимого за системи основного обробітку ґрунту Verti-till. Рівень рентабельності на рівні 182,0% забезпечив беззаперечну перевагу над традиційною рекомендованою системою, перевищивши її показники на 29,3%. Це свідчить про високу доцільність упровадження системи основного обробітку ґрунту Verti-till у виробничу практику господарств Степу України.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Застосування системи основного обробітку ґрунту Verti-till при вирощуванні ячменю озимого в умовах Степу України створює найбільш сприятливі умови для формування врожайності. Ця система забезпечила зростання виробництва зерна сорту Луран на 16,0% порівняно з традиційною рекомендованою технологією, досягнувши максимальної врожайності 3,33 т/га. Високий рівень рентабельності (182,0%), поєднаний зі зниженням виробничих витрат, робить систему Verti-till економічно доцільною та перспективною для впровадження у виробництво господарств Степової зони України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Рослинництво. К.: Аграрна освіта, 2001. 590 с.
2. Губернатор В. С. Ячмінь. Київ: Урожай, 1973. 152 с.
3. Баштанник В.П., Ломницький Я.Є. Ярий ячмінь. Львів: Каменяр, 1971. 55 с.
4. Кононюк В.А., Борисоник З.Б., Мусатов А.Г. та інші. Ячмінь. Київ: Урожай, 1986. 141 с.
5. Ячмінь. Електронний ресурс
https://www.c3n.info/registration/sections/page.php?page_id=42&categ_id=41 (Дата звернення 30.08.25)
6. Лінчевський А.А., Шеремет О.М. Озимий ячмінь. Озимі зернові культури. Київ: Урожай, 1993. С. 220-253
7. Круть В.М., Пабат І.А. Система обробітку ґрунту в зоні Степу Обробіток ґрунту в системі інтенсивного землеробства/За ред. В.М. Крутя. Київ: Урожай, 1986. С. 24-41.
8. Гордієнко В.П., Малієнко А.М., Грабак Н.Х. Прогресивні системи обробітку ґрунту / За ред. В.П. Гордієнко. Сімферополь. 1998. 279 с.
9. Тарарико О. Г. Збереження родючості ґрунтового покриву – основа сталого розвитку агроєкологічних. *Натураліст*. 1998. № 2. С. 7 – 9.
10. Шикуча М. К., Тарарико О. Г. Ерозія ґрунтів і ґрунтозахисне землеробство. К.: Урожай, 1976. 84 С.
11. Вахній С. П., Скалига О.С. Зміна деяких властивостей чорнозему типового та урожайність культур за різних систем обробітку ґрунту в плодозмінній сівозміні центрального Лісостепу України. *Вісник Білоцерківського державного аграрного університету*. Вип. 30. Біла Церква 2004. С. 26 – 31.
12. Калієвський М. В., Єщенко В.О. Акумуляція осінньо-зимових опадів та забезпеченість рослин льону олійного вологою за різних способів та глибин

основного обробітку ґрунту. *Зб. наук. праць УДАУ*. Умань, 2006. Вип. 62. С. 28 – 37.

13. Лебідь Є.М. Науковий фундамент проблем степового землеробства. *Вісник аграрної науки*. 2006. № 3-4. С. 23-25.

14. Павліченко А. А. Урожайність пшениці озимої залежно від систем основного обробітку ґрунту та удобрення. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2018, № 4 (74). С.

URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi2018.04.009/10030> (Дата звернення 20.08.2025)

15. Ляшенко, В. В., Карасенко, В. М., Кракотець, С. І. Вплив системи обробітку ґрунту та попередників на урожайність і якість зерна пшениці озимої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 2021, №4, с. 64-70.

16. Горбатенко А. І., Горобець А. Г., Циліурик О. І. Вплив способів основного обробітку чистого пару на агрофізичний стан ґрунту і урожайність озимої пшениці. URL: <https://www.institut-zerna.com/library/pdf38/8.pdf> (Дата звернення 05.08.2022)

17. Цвей Я.П., Мирошніченко М.С., Левченко Л.М. Залежність урожайності озимої пшениці від системи удобрення й обробітку ґрунту в короткоротаційних сівоzmінах. *Таврійський науковий вісник*. 2019, № 110. Ч.1. с. 200-206.

18. Танчик С.П., Центило Л.В., Цюк О.А. Вплив удобрення та обробітку ґрунту на врожайність культур сівоzmіни. *Вісник аграрної науки*. 2019, №8 (797). С.11-16

19. Циліурик О.І. Вплив систем основного обробітку ґрунту та удобрення на урожайність парової пшениці озимої в Північному Степу України. *Зернові культури*. Т. 3. № 1. 2019. С. 110–119

20. Циліурик О.І. Система мульчувального обробітку ґрунту в сівоzmінах Північного Степу. Львів – Дніпро : «Новий Світ-2000», 2019. 297 с.

21. Електронний ресурс <https://healthysoil.in.ua/strip-till-technology-for-future/> (дата звернення: 19.08.25р.)

22. Електронний ресурс <https://healthysoil.in.ua/shcho-take-strip-til-perevahy-ta-nedoliky/>(дата звернення: 19.08.25р.)
23. Електронний ресурс <https://mzuri.in.ua/ua/tehnologija/>(дата звернення: 19.08.25р.)
24. Машини, які працюють за «смуговому» шляху. Технологія стрип-тілл. Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу <https://propozitsiya.com/ua/mashyny-yaki-pracyuyut-za-smugovomu-shlyahu-tehnologiya-stryp-till> (дата звернення: 19.08.25р.)
25. Strip-till – помилки і здобутки. <https://superagronom.com/articles/185-strip-till--pomilki-i-zdobutki> (дата звернення: 19.08.25р.)
26. No-till та Verty-till – як в Агрофорті тестують на своїх полях обидві технології <https://superagronom.com/blog/849-no-till-ta-verty-till--yak-v-agrofort-testuyut-na-svoyih-polyah-obidvi-tehnologiyi> (Дата звернення: 12.08.2025)
27. Переваги відновлювальної (вертикальної) технології обробітку ґрунту <https://aico.ua/novosti-sobytiya/preimushchestva-vozobnovlyaemoy-vertikalnoy-tehnologii-obrabotki-pochvy/>
28. Матеріали Державного підприємства Одеський науково-дослідний та проектний інститут землеустрою. Одеса, 2008.
29. Мойсейченко В.Ф., Єщенко В.О. Методика польових дослідів в агрономії. К.: Вища школа. 1991. 312с.
30. Підпригора, В.С., Писаренко, П.В. Практикум з основ наукових досліджень в агрономії. Полтава, 2003. 138 с.
31. Визначення щільності ґрунту складення на суху масу. ДСТУ ISO 11272-2001. Національні стандарти України
32. Будьонний Ю. В. та ін.. Практикум із загального і меліоративного землеробства/. за ред. Ю. В.Будьонного. Харків: ХНАУ, 2005. 286 с.
33. Веселовський І. В., Манько Ю.П., Козубський О.В. Довідник по бур'янах. К.: Урожай, 1993. 208 с.

34. Методика державного випробування сортів рослин зернових, круп'яних та зернобобових культур. *Офіц. бюл.* К.: Мінагрополітики, 2003. Вип. 2. С.191241.
35. Рибка В. С. Нормативи витрат та основні аспекти формування конкурентоспроможного рівня виробництва зернових культур в степовому регіоні України / В. С. Рибка, та ін.. // *Бюлетень Інституту зернового господарства УААН*. 2005. № 23–24. С. 85–88.
36. Електронний ресурс <https://agroexp.com.ua/uk/semena-yachmenya-ozimogo-sort-luran> . (дата звернення 15.09.25р.)
37. Мартинюк І. В., Єщенко В.О., Карнаух О.Б., Каричковський Д.Л. Умови вологозабезпечення рослин при мінімалізації обробітку ґрунту під просапні культури в районах нестійкого зволоження Лісостепової зони. *Вісник аграрної науки південного регіону*. –2001. Випуск № 2. С. 156 – 159.
38. Вахній С. П., Скалига О.С. Зміна деяких властивостей чорнозему типового та урожайність культур за різних систем обробітку ґрунту в плодозмінній сівозміні центрального Лісостепу України. *Вісник Білоцерківського державного аграрного університету*. Вип. 30. Біла Церква. 2004. С. 26 – 31.
39. Гамаюнова В. В., Філіп'єв І. Д., Сидякіна О. В. Сучасний стан та проблеми родючості ґрунтів південного регіону України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон: Айлант, 2005. Вип. 40. С. 130–135.
40. Гамаюнова В. В., Литовченко А. О. Особливості водоспоживання пшениці озимої залежно від сортів, місця в сівозміні та удобрення в Південному Степу України. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2017. № 2 (44). С. 17–21.
41. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Іващук П. В. Зерновиробництво: навч. посіб. Львів: НВФ «Українські технології», 2008. 624 с.
42. Основні рекомендації щодо сівби озимого ячменю та догляду за його посівами / А. І. Шевченко та ін. Агроном. 2003. № 8. С. 80–82

43. Лінчевський А. А. Сорти ячменю, проблеми виробництва і шляхи їх вирішення в сучасних умовах. *Посібник українського хлібороба*. 2012. Т. 2. С. 198–201.
44. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Рослинництво. К.: Аграрна освіта, 2001. 590 с.
45. Борисонік З.Б. Ярі колосові культури. К.: Урожай, 1975. 176 с.
46. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур: навч. посіб. Львів : НВФ «Українські технології», 2006. 730 с
47. Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур : навч. посіб. Київ : Центр навчальної літератури, 2004. 816 с.
48. Калієвський М. В., Єщенко В.О. Акумуляція осінньо-зимових опадів та забезпеченість рослин льону олійного вологою за різних способів та глибин основного обробітку ґрунту. *Зб. наук. праць УДАУ*. Умань, 2006. Вип. 62. С. 28 – 37.
49. Кирилюк В. П., Шемякін М. В. Вплив вологозабезпечення вегетаційного періоду на запаси продуктивної вологи і водоспоживання ячменю ярого в умовах Правобережного Лісостепу. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2017. № 1. С. 18–25.
50. Шикула М. К., Тарарико О. Г. Ерозія ґрунтів і ґрунтозахисне землеробство. – К.: Урожай, 1976. – 84 С.
51. Резніченко Н. Д. Вплив способів основного обробітку ґрунту та «прямої сівби» на водно-фізичні властивості ґрунту та врожайність ячменю озимого на зрошуваних землях півдня України. *Таврійський науковий вісник*: 2015. Вип. 91. 406 с.
52. Казюта Н.А. Ефективність безплужного обробітку ґрунту при вирощуванні ячменю в умовах лівобережного Лісостепу України *Реферативний журнал, Земледелие*.1990.С. 21-22.

53. Наукові основи ведення зернового господарства / В.Ф.Сайко, М.Г.Лобас, І.В.Яновський та інші.; За редакцією В.Ф.Сайка; К.: Урожай, 1994. 336 с.
54. Кравченко М.С., Злобін Ю.А., Царенко О.М. Землеробство. К.: Либідь, 2002. 494 с.
55. Медведєв В. В., Липець Є ., Линдина Т. Є. Вплив щільності ґрунту на засвоєння сільськогосподарськими культурами поживних елементів. *Вісник аграрної науки*. 2002. № 5. С. 11–15.
56. Томашівський З.М., Бомба М.Я., Періг Г.Т., Ковальчук Ю.О., Мазур І.Б. Ефективність систем обробітку ґрунту на різних агрофонах у зерно-буряковій сівозміні західного лісостепу України. *Вісник аграрної науки*. 1997. №2. С.5-9.
57. Веселовський І.В., Манько Ю.П., Козубський О.В. Довідник по бур'янах. К.: Урожай. 1993. 208с.
58. Косолап М.П. Гербологія: Навчальний посібник. К.: Арістей. 2004. 362с.
59. Косолап М.П. Гербологія з основами фітоценології. К.: НАУ, 2002. Ч.1. 89 с.; Ч.2. 102с.
60. Сайко В. Ф. Наукові основи стійкого землеробства в Україні *Землеробство*. 2010. Вип. 3. С. 3– 11.
61. Юркевич Є.О., Соколов К.К., Друзяк В.Г., Безеде Н.Г., Кіртока А.В.. Забур'яненість посівів сільськогосподарських культур на фоні різних систем основного обробітку ґрунту у короткоротаційній сівозміні. *Аграрний вісник Причорномор'я: сільськогосподарські науки*. 2017. Вип. 84-2. С. 24-31.
62. Кривенко А. І. Забур'яненість посівів озимої пшениці залежно від різних систем основного обробітку ґрунту у короткоротаційній сівозміні. *Агробіологія: збірник наукових праць*. 2017. № 2 (135). С. 167–173.
63. Резніченко Н. Д. Вплив сидерату за різних систем обробітку ґрунту на забур'яненість посівів та продуктивність культур короткоротаційної сівозміни на зрошенні. *Стан і перспективт впровадження ресурсощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур: збірник матеріалів II Міжнародної науково-практичної конференції, 15-16 листопада 2017 р. Дніпро: ДДАЕУ, 2017. 210 с. (161–163).*

64. Заєць С. О., Кисіль Л. Б. Фотосинтетична діяльність рослин і врожайність зерна ячменю озимого (*Hordeumvulgare* L.) залежно від сорту, строків сівби та регуляторів росту. *Біоресурси і природокористування*. 2019. Том 11, № 1-2.
65. Гудзенко В. М. Селекційна оцінка колекційних зразків ячменю озимого в умовах Лісостепу України. *Агробіологія*. 2014. Т. 2. Вип. 21. С. 29–34.
66. Заяць О. М., Петрина Г. І., Яремко В. Я. Особливості сортів озимого ячменю. *Посібник українського хлібороба*. 2012. Т. 1. С. 131–132.
67. Лінчевський А. А., Шеремет О. М. Озимий ячмінь. Озимі зернові культури. Київ : Урожай, 1993. С. 220–253.
68. Городній. М. М, Мельничук С. Д., Гончар О. М. та ін.. *Прикладна біохімія та управління якістю продукції рослинництва: підручник /за ред. М. М. Городнього*. Київ: Арістей, 2006. . 382 – 384.
69. Коваленко Н. П., Юркевич Є.О. Підвищення економічної ефективності різноротаційних сівозмін Південного Степу України. *Вісник Черкаського інституту АПВ: міжвідомчий тематичний збірник наукових праць*. Черкаси. 2010. вип. 10. С. 84–89.
70. Мельник Л.Г., Шапочка М.К. *Основи екології. Екологічна економіка та управління природокористуванням*. Суми: ВТО «Університетська книга», 2005. 759с.
71. *Агроекологія: Навч. посібник /О.Ф.Смаглій, А.Т.Кардашов, П.В.Литвак та ін. К.: Вища освіта, 2006. 671 с.*
72. Конституція України. Прийнята на п'ятій сесії Верховної Ради України 28 червня 1996р. Одеса, Маяк, Рівно, 1996, 64 с.

ДОДАТКИ

ОДНОФАКТОРНИЙ ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ

Дослід «Агробіологічне обґрунтування ефективності різних систем основного обробітку ґрунту під ячмінь озимий в умовах Степу України», 2025 рік

Одиниця виміру даних t/га

Варіантів 3 ,Повторень 3

Вихідні дані

Варіант	Повторення			Середнє
1	2.87	2.80	2.94	2.87
2	3.12	3.08	3.20	3.08
3	3.33	3.27	3.30	3.42

Середня по досліді - 3.14 t/га

Таблиця дисперсій

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F
Загальна	0.43	8		
Повторень	0.05	2		
Варіантів	0.35	2	0.18	23.83
Залишкова	0.03	4	0.01	

Похибка середньої = 0.32 Похибка різниці середніх = 0.48

НІР = 0.195 t/га або 3.92%

Сила впливу фактора = 0.81

Точність досліді = 1.80% Варіація даних = 8.76%

15-09-2025