

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Агрономічний факультет

Спеціальність 201 «Агрономія»

Освітньо-професійна програма «Агрономія»

«Допускається до захисту»

Завідувач кафедри рослинництва

д. с.-г. н., професор

_____ Олександр ЦИЛЮРИК

«_____» _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня «Магістр» на тему:

**«ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ НА УРОЖАЙНІСТЬ ЯЧМЕНЮ
ЯРОГО В УМОВАХ ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «ДНІПРО-2009» ЗАПОРІЗЬКОГО РАЙОНУ
ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ»**

Здобувач _____ Ярослав РУДНЄВ

Керівник кваліфікаційної роботи

к.с.-г.н., доцент _____ Владислав ГОРЦАР

Дніпро 2025

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Агрономічний факультет
Кафедра рослинництва
Спеціальність 201 «Агрономія»
Освітньо-професійна програма «Агрономія»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Завідувач кафедри рослинництва
д. с.-г. н., професор
_____ Олександр ЦИЛЮРИК
« _____ » _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ

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

Рудневу Ярославу Леонідовичу

- 1. Тема роботи:** «Вплив елементів технології на урожайність ячменю ярого в умовах товариства з обмеженою відповідальністю «Дніпро-2009» Запорізького району Запорізької області»
- 2. Термін подачі завершеної роботи на кафедру** «12» грудня 2025 р.
- 3. Вихідні дані для роботи:**
 - с.-г. підприємство Товариство з обмеженою відповідальністю «Дніпро-2009» Запорізького району Запорізької області
 - сільськогосподарська культура – ячмінь ярий
- 4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)**
 - врожайність і якість зерна ячменю ярого залежно від обробки насіння протруйником за різних норм висіву
 - фенологічні показники впродовж вегетації
 - аналіз показників структури урожаю ячменя ярого
 - якість зерна ячменю озимого за варіантами дослідів

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

- таблиці, що демонструють характеристики ґрунту із ключовими показниками його родючості та структуру посівних площ ТОВ «Дніпро-2009»;
- таблиці з результатами проведених досліджень;
- аналіз даних про стан охорони праці і виробничий травматизм у господарстві;
- таблиця, що відображає економічну ефективність вирощування ячменя ярого за результатами дослідів.

6. Дата видачі завдання: 29.04.2025

Керівник кваліфікаційної роботи _____ доц. Владислав ГОРЦАР

Завдання прийняв
до виконання

_____ Ярослав РУДНЄВ

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Літературний огляд	травень-червень	виконано
2	Характеристика умов проведення дослідів	червень	виконано
3	Експериментально-дослідна частина	липень-вересень	виконано
4	Економічна ефективність результатів	жовтень	виконано
5	Аналіз безпеки праці в господарстві	листопад	виконано
6	Оформлення роботи, висновки і рекомендації виробництву	листопад-грудень	виконано

Здобувач _____ Ярослав РУДНЄВ

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Владислав ГОРЦАР

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	7
РОЗДІЛ 2. ОБ’ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	23
2.1. Об’єкт та предмет досліджень	23
2.2 Умови проведення досліджень	25
2.3. Оцінка господарської та економічної ефективності системи землеробства господарства	29
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	32
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ	38
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	58
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ	60
6.1. Дослідження стану безпеки праці в ТОВ «Дніпро-2009»	60
6.2. Аналіз виробничого травматизму та захворювань, причини їх виникнення	61
6.3 Загальні вимоги до безпечних умов праці	63
6.4 Заходи з покращення безпеки праці в господарстві	64
ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	65
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	67

РЕФЕРАТ

Дипломна робота на тему: «Вплив елементів технології на урожайність ячменю ярого в умовах товариства з обмеженою відповідальністю «Дніпро-2009» Запорізького району Запорізької області».

Кваліфікаційна робота обсягом 69 сторінок має чітку, логічно вибудовану структуру й складається з шести розділів: у першому стисло подано біологічні особливості ячменю ярого та сучасні підходи до оптимізації технології вирощування в Степу України, зокрема вибір норми висіву й роль протруйників. Другий розділ описує природні умови Запорізького району та виробничу базу ТОВ «Дніпро-2009», де проводився дослід. Третій розділ містить методику та систему обліків. У четвертому подано результати — зміни в рості, фотосинтетичних показниках і структурі врожаю. Встановлено, що протруювання забезпечувало приріст урожайності 0,25–0,37 т/га, а найкращі показники формувалися при нормах 4,0–4,5 млн/га.

П'ятий розділ подає економічну оцінку: поєднання оптимальної норми висіву з протруюванням давало до 4040 грн/га прибутку і рентабельність до 24 %, тоді як контроль мав мінімальний економічний ефект. Шостий розділ присвячено питанням безпеки праці та організації польових робіт. Роботу доповнюють 16 таблиць та список із 31 використаного першоджерела.

Загалом дослідження спрямоване на вдосконалення технології вирощування ячменю ярого в умовах Степу шляхом установа оптимальної норми висіву та ефективності передпосівної обробки насіння, що дозволило підвищити врожайність і покращити економічні показники виробництва.

Ключові слова: ячмінь ярий, сорт Аватар, норма висіву, протруйник Селест Макс, густина стеблостою, структура врожаю, економічна ефективність.

ВСТУП

Тривала зміна кліматичних умов, яку щороку відчувають усі регіони України, поступово змушує господарства переглядати своє ставлення до структури сівозмін і вибору культур. Степові області реагують на ці виклики першими: тут будь-яка різниця у кількості опадів чи температурному фоні одразу позначається на рослинах. Через це технологічні рішення, які ще десять років тому вважалися стандартними, нині часто не спрацьовують або потребують суттєвого доопрацювання.

У світовому землеробстві ячмінь уже давно утримує позиції однієї з базових культур. Його вирощують майже на всіх континентах, і попри різні системи землеробства, площі під ним залишаються стабільно високими. Міжнародні огляди наводять орієнтовно 45–50 млн га посівів — цифра змінюється незначно, бо культура універсальна, а попит на фуражне та пивоварне зерно зростає. У країнах, де зволоження більш рівномірне, середні врожаї легко виходять за межі 5 т/га, тоді як у посушливих регіонах світова статистика показує зовсім інші значення — інколи удвічі менші. Це контрастне тло добре пояснює, наскільки сильно ячмінь залежить від клімату.

В Україні ситуація подібна: площі під ячменем зберігаються на рівні кількох мільйонів гектарів, хоча їх співвідношення між ярим і озимим ячменем час від часу змінюється. Ячмінь ярий залишається важливим саме через свою маневреність — його можна висівати тоді, коли з озимими вже не склалося або коли весна затягнулася. В окремі роки врожай у Лісостепу піднімається вище 4,5 т/га, але в степовій зоні реальні показники значно скромніші й дуже чутливі до того, якою була весна: вологою чи сухою. Особливо це відчувається в Запорізькому районі, де кожен додатковий міліметр опадів фактично «переливається» у продуктивність [1].

У таких умовах господарства неминуче повертаються до питання технології вирощування. Те, що раніше працювало автоматично — норма висіву, обробка насіння, календарні строки — тепер потребує додаткового

обґрунтування. Якщо вологи обмаль, а температура зростає швидше, ніж рослина встигає розвиватися, технологічні елементи перестають бути другорядними деталями й перетворюються на ключові фактори стабільності виробництва.

Наукові праці, присвячені ячменю ярому, охоплюють широкий спектр питань: від формування продуктивних стебел до впливу різних систем удобрення чи способів сівби. Дослідники розглядали й мінімальний обробіток ґрунту, і використання біостимуляторів, і реакцію культури на густоту стояння. Однак більшість цих результатів отримані в умовах, де рівень ризиків менший, ніж у південному Степу [2].

Для Запорізького району все ще бракує системних даних щодо поєднання одразу кількох технологічних чинників — норми висіву, дії стимуляторів росту та залишкової вологи після різних попередників. Відомо, що кожен із цих факторів окремо здатен змінити структуру врожаю, але практичних досліджень, які б поєднували їх у реальних виробничих умовах, поки небагато. Саме ця невизначеність і потреба у прикладних висновках для господарств південного Степу зумовлюють актуальність представленої дипломної роботи.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Ячмінь належить до провідних зернових культур світового землеробства, і протягом багатьох століть він зберігає своє агрономічне та економічне значення. У багатьох країнах, незалежно від кліматичних особливостей чи рівня інтенсивності землеробства, культура займає великі площі й використовується у різних напрямках — від продовольчого до кормового і пивоварного. Така універсальність зробила його стабільною складовою виробництва зерна та важливою ланкою у структурі світового аграрного ринку. Значна частина загальносвітових площ ячменю припадає на регіони з обмеженою кількістю опадів, де вирощування інших зернових може бути ризикованим. Саме у цих умовах біологічні особливості ячменю — швидкий старт розвитку, здатність формувати урожай за короткий період та відносна посухостійкість — роблять його цінною культурою [3].

Поряд із пшеницею ячмінь відносять до найдавніших культурних рослин. Археологічні дані свідчать, що люди обробляли його ще кілька тисячоліть до нашої ери. Сучасні культурні форми походять від диких різновидів роду *Hordeum*, які впродовж довгих періодів природного добору та селекції набули тих властивостей, що дали змогу культурі широко поширитися у різних кліматичних зонах. І сьогодні ячмінь посідає помітне місце у харчових раціонах, переробній промисловості та у системі годівлі тварин. Зерно містить значну кількість поживних речовин і легко засвоюється тваринним організмом, тому використовується як концентрований корм. Особливо цінним є те, що ячмінь придатний як для відгодівлі молодняка, так і для підтримання продуктивності дорослих тварин. У харчовій промисловості зерно застосовують для виготовлення круп, борошна, а також деяких напівпродуктів.

Особливу роль ячмінь відіграє у пивоварній промисловості. Для виробництва солоду найвищої якості використовують дворядні форми, які забезпечують рівномірність зерна, його крупність та достатню енергію

проростання. Ці властивості формуються внаслідок поєднання генетичних особливостей сорту та умов вирощування — світлового режиму, температурного фону, забезпеченості рослин вологою та елементами живлення. Водночас голозерні форми ячменю можуть бути перспективними для харчової індустрії, оскільки їх зерно легше переробляти, а крупи мають привабливі технологічні властивості.

Не менш важливими залишаються властивості ячменю, пов'язані з його застосуванням у суміжних галузях. Водні витяжки із солоду здавна використовували як пом'якшувальні та відновлювальні засоби, а окремі побічні продукти переробки застосовували у виробництві текстилю чи у шкіряній промисловості. Таким чином, культура має не лише аграрне значення, а й ширше технологічне застосування [4].

З біологічної точки зору ячмінь є однорічною рослиною, яка може існувати як у яровій, так і в озимій формі. Він належить до родини Тонконогових і має будову, типову для багатьох злакових культур. Коренева система мичкувата, утворена первинними (зародковими) та вторинними (вузловими) коренями. Хоча коренева система ячменю менш розгалужена, ніж у пшениці, вона здатна забезпечувати рослину вологою у початковій фазі розвитку, що важливо в умовах обмежених ресурсів.

Стебло ячменю має будову соломини і складається з кількох міжвузлів, кількість яких відповідає числу листків. Висота рослин значною мірою залежить від сорту та умов вирощування, коливаючись від 30 до понад 120 см. Суцвіття — колос — утворений центральним стрижнем та сидячими колосками, які розміщені симетрично. За здатністю колосків формувати зерно культурні форми поділяють на дворядні, багаторядні та проміжні. У дворядному типі зерно формується лише в центральних колосках, тоді як у багаторядному — на кожному уступі утворюються виконані зернівки. Зернівка, як тип плоду, є односім'яною, подовгастою, з характерною для виду формою й розміром.

Розвиток рослин ячменю проходить через низку фізіологічних фаз: проростання, сходи, кущення, вихід у трубку, колосіння, цвітіння та дозрівання зерна. Тривалість вегетаційного періоду істотно залежить від сорту, строків сівби й погодних умов. У середньому він становить 60–110 днів, але у південних регіонах за умов високих температур культура проходить окремі стадії значно швидше. На тривалість вегетації впливає також густота стояння рослин та рівень забезпечення їх поживними речовинами.

За ставленням до світла ячмінь відносять до рослин довгого дня. Для повного проходження світлової стадії йому необхідне значне освітлення, тому у північніших районах культура проходить цей етап швидше, ніж у південних, де тривалість дня коротша. Це частково пояснює різницю у біологічному розвитку та врожайності між регіонами.

Температурні вимоги ячменю невисокі. Насіння починає проростати ще за температури трохи вище нуля, хоча для формування дружних сходів оптимальними вважаються показники близько 15–20 градусів. Молоді рослини добре переносять короткочасні приморозки, хоча незначне пошкодження листкової пластинки можливе. У період активного росту оптимальною є помірна температура, а на етапі формування й наливу зерна ячмінь краще почувається за більш теплих умов. Проте заморозки у фазі цвітіння чи молочної стиглості можуть негативно вплинути на формування продуктивності.

Ставлення культури до ґрунтів близьке до вимог пшениці. Найкращі результати культура дає на родючих, добре структурованих ґрунтах із нейтральною реакцією. Кислі, важкі, перезволожені ділянки або ґрунти з близьким заляганням ґрунтових вод істотно знижують продуктивність рослин. Через відносно слабшу кореневу систему ячмінь особливо чутливий до нестачі доступних поживних речовин і потребує добре аерованого орного шару [5].

Щодо водоспоживання ячмінь вважається економною культурою. Його транспіраційний коефіцієнт нижчий, ніж у пшениці чи вівса, що дозволяє рослині ефективно використовувати наявну вологу. Водночас культура погано

переносить ранню весняну посуху, особливо на фазах кущення та виходу в трубку. Саме в цей період формуються основні елементи майбутнього врожаю, і нестача вологи може спричинити слабкий розвиток продуктивного стеблостою та зниження кількості зерен у колосі. З іншого боку, у роки з достатнім зволоженням ячмінь здатний формувати високопродуктивні посіви, що пояснює значну варіабельність урожайності між сезонами.

Сортові особливості значною мірою визначають посухостійкість рослин. Сучасні сорти вітчизняної та світової селекції мають широкий діапазон генетичних реакцій на посуху, що дозволяє добирати найбільш адаптовані форми для регіонів зі складними умовами зволоження, зокрема Степу України. Важливим аспектом підвищення урожайності ячменю є не лише добір сорту, а й комплекс агротехнічних заходів, що сприяють накопиченню та збереженню ґрунтової вологи: своєчасні строки сівби, обґрунтована норма висіву, застосування ефективних технологічних елементів підготовки насіння [6].

У фазі формування репродуктивних органів культура потребує достатнього водозабезпечення. Нестача вологи на цьому етапі може спричинити пошкодження пиляків і порушення процесу запліднення, що різко знижує продуктивність посівів. Аналогічно, посуха у фазі наливу зерна нерідко веде до формування щуплого зерна з низькою масою 1000 зерен. Водночас за оптимального поєднання температури й вологості ячмінь здатний дуже ефективно використовувати доступну воду, а транспіраційний коефіцієнт у таких умовах знижується — що є показником економного використання вологи.

Таким чином, ячмінь є культурою, яка при правильному доборі сорту та технологічних рішень може забезпечувати стабільно високі врожаї навіть у складних кліматичних умовах. Для цього важливо враховувати специфічну реакцію рослини на вологу, температуру, освітлення, структуру ґрунту та густоту стояння. Рациональне поєднання цих чинників дозволяє сформувати

технологію, найкраще пристосовану до умов конкретного регіону, зокрема до південного Степу України.

Обробіток ґрунту традиційно вважають одним із ключових елементів землеробської системи, оскільки саме він визначає умови для формування врожаю як у короткостроковій, так і в довгостроковій перспективі. Грамотно побудована система обробітку має відповідати завданню сучасного землеробства: зменшувати енергетичні витрати, стримувати надмірну мінералізацію органічної речовини, зберігати запаси вологи та створювати оптимальні умови для росту культурних рослин. Для ячменю ярого ці питання особливо важливі, адже культура швидко реагує на зміну водного режиму, щільності ґрунту та стану його поверхні.

Система основного обробітку ґрунту в сівозмінах, де вирощують ячмінь ярий, визначається поєднанням ґрунтово-кліматичних умов, особливостей попередників, забезпеченості вологою, а також застосуванням добрив і гербіцидів. Практика господарств показує, що вибір системи обробітку залежить як від природних чинників, так і від технічних можливостей, тому питання оптимізації цих заходів постійно перебуває у полі уваги науковців й агровиробників [7].

Дослідження різних авторів свідчать, що ячмінь має порівняно слабку кореневу систему, що відрізняє його від пшениці та інших зернових культур. Саме тому якість підготовки ґрунту суттєво впливає на початкові фази розвитку рослин. Деякі дослідження показують, що після глибокої оранки рослини формують більший об'єм кореневої системи, що певною мірою компенсує слабкість проростків. Водночас результати таких досліджень не є універсальними, оскільки реакція культури залежить від конкретних умов, рівня зволоження та структури ґрунту.

У регіонах із ризиками посухи щорічна глибока оранка нерідко призводить до небажаних наслідків: зростання ерозійних процесів, руйнування структури ґрунту, інтенсивної мінералізації гумусу та зменшення його водовбирної здатності. Саме такі спостереження спонукали багатьох

учених ще в середині ХХ століття наголошувати на необхідності творчого, вибіркового підходу до визначення глибини та способу обробітку — від традиційної оранки до різних комбінованих і мінімальних варіантів.

У другій половині ХХ століття та на початку ХХІ століття значну увагу приділяли питанням мінімізації обробітку. Була запропонована низка систем, які поєднували мінімальний обробіток із правильно організованими паровими площами, боротьбою з бур'янами та оптимізацією строків сівби. Ефективність таких рішень підтверджується багаторічними даними з різних виробничих і дослідних господарств.

Велика кількість робіт вказує на те, що застосування мінімального або безвідвального обробітку ґрунту може забезпечувати накопичення вологи на рівні не нижчому, а іноді й вищому, ніж після традиційної оранки. Це має важливе значення для культур раннього строку сівби, зокрема для ячменю ярого.

Сучасні підходи до обробітку ґрунту все частіше спрямовані на мінімізацію втручання. Фахівці відзначають, що мінімальна обробка, смугові системи, прямий посів або комбіновані варіанти, які передбачають відмову від щорічної оранки, сприяють збереженню структури ґрунту, зменшенню витрат ресурсів та покращенню біологічної активності. Накопичення рослинних решток на поверхні ґрунту формує природний захисний шар, який стримує ерозію та сприяє рівномірному розподілу вологи [8].

На різних типах чорноземів мінімальний або безвідвальний обробіток часто демонструє високу ефективність. Такі ґрунти зазвичай мають природно сприятливу структуру, оптимальну щільність складання та достатню капілярність, що забезпечує доступ кореневої системи до вологи й поживних речовин. За цих умов прямий посів або мілкі прийоми обробітку дозволяють зберігати родючість і біологічну активність ґрунту без зниження врожайності зернових культур.

Ефективність мінімального обробітку підсилюється поєднанням післяжнивного луцення стерні з мілким розпушуванням або щілюванням.

Дослідження підтверджують, що такі заходи зменшують засміченість полів, сприяють накопиченню продуктивної вологи та позитивно впливають на вирівняність сходів і розвиток рослин у весняний період.

Багато фахівців наголошують, що мінімальний та нульовий обробітки не можуть бути універсальними та самодостатніми рішеннями. Для уникнення потенційних проблем їх потрібно поєднувати з іншими елементами технології — раціональною сівозміною, системою удобрення, інтегрованим захистом та регулюванням строків сівби. Лише комплексний підхід забезпечує стабільність виробництва зерна.

У різних регіонах доведено, що чорноземи не потребують щорічного глибокого обробітку для підтримання сприятливої структури та умов розвитку культур. Оптимальною вважають систему, яка передбачає проведення глибокого обробітку лише на частині площ, а на решті — застосування мінімальних прийомів. Це дозволяє зберегти енергоресурси, не погіршуючи продуктивність сівозміни.

Вирощування ячменю ярого після колосових або просапних культур часто дає можливість застосовувати прямий посів, особливо за умов наявності достатньої кількості пожнивних решток, які захищають поверхню ґрунту, зменшують випаровування та запобігають утворенню кірки. У виробничих умовах це сприяє формуванню рівномірних і життєздатних сходів, що є важливим фактором у структурі врожаю [9].

Узагальнення численних досліджень свідчить, що використання мінімального, комбінованого та диференційованого обробітку, а також технологій прямого посіву, стає одним із ключових напрямів удосконалення сучасних агротехнологій. Такі підходи дозволяють адаптувати технологію вирощування ячменю ярого до конкретних умов виробництва, зокрема до рівня зволоження, структурного стану ґрунту та характеру попередників.

Ферментативна активність ґрунту сьогодні вважається одним із найчутливіших біологічних показників, за яким можна оцінити реальний стан ґрунтового середовища. Багато дослідників підкреслюють, що ферменти

реагують на зміни умов набагато швидше, ніж інші параметри, тому саме вони фактично «першими» сигналізують про порушення рівноваги або навпаки — про відновлення природних процесів.

Ферменти працюють як біологічні каталізатори. У рослинній клітині вони керують більшістю метаболічних реакцій і в основному мають білкову природу. Частина з них містить небілкові компоненти — коферменти, простетичні групи, вуглеводні або ліпідні сполуки. Цікаво, що після відмирання організмів ферменти ще певний час зберігають активність і беруть участь у перетворенні органічних решток на гумус — фактично підтримують ґрунт «живим» [10].

Їхня активність дуже залежить від умов. Найперше — від вологості, кількості органічної речовини, особливо свіжих рослинних решток, а також температури ґрунту й повітря. Тому в сухі роки або на збіднених полях ферментативна активність різко просідає. Водночас у роки з достатнім зволоженням і при поверненні органіки (солома, сидерати) вона зростає досить швидко — це було підтверджено в різних регіонах країни.

Вид культури, попередник, спосіб обробітку та рівень удобрення теж суттєво впливають на ферментативні процеси. Наприклад, при системній оранці впродовж багатьох років активність ряду ферментів знижується, тоді як при мінімальному обробітку — навпаки змінюється структура мікробіоценозу і ферменти концентруються у верхньому шарі ґрунту. У перші роки переходу на поверхневий чи нульовий обробіток часто спостерігається неоднорідність за глибиною, але далі система стабілізується.

У ферментативної активності є одна особливість — її не завжди потрібно підвищувати. Деякі ферменти, наприклад уреаза, у нейтральних і лужних ґрунтах при надмірній активності можуть сприяти втратам азоту через аміачну сублімацію. Тому дослідники наголошують: важливо не стільки максимізувати ферментативні реакції, скільки забезпечити їх оптимальний рівень, що відповідає конкретним умовам господарства.

Обробіток ґрунту впливає і на мікробіологічні процеси загалом. Це видно за виділенням CO_2 , інтенсивністю розкладу целюлозних субстратів, швидкістю перетворення білкових сполук і нітрифікацією. Низка авторів підкреслюють: урожайність культур часто прямо залежить від того, наскільки активно ґрунт мінералізує азот і формується доступний нітратний фонд [11].

Виділення CO_2 використовують як інтегральний показник швидкості розкладу органічної речовини. Помічено, що ґрунти в сівозмінах із чистим паром виділяють більше CO_2 , ніж у зайнятих парах. Це логічно — в чистому парі ґрунт частіше обробляють, він аерується і прогрівається швидше. Відповідно й ферменти працюють інтенсивніше. Глибокі обробітки (орні й комбіновані) також стимулюють викиди CO_2 , що свідчить про швидшу мінералізацію гумусу — не завжди бажану з точки зору збереження родючості.

Ще один важливий індикатор — нітрифікаційна здатність ґрунту. Це те, наскільки ґрунт здатен накопичувати доступні нітрати. Процес залежить від температури, вологості, аерації, концентрації органіки. У досліджах встановлено, що в сівозмінах без чистого пару нітрифікація зазвичай вища, оскільки в ґрунт надходить більше рослинних решток [12].

Тип ґрунту також визначає інтенсивність ферментативних реакцій. На чорноземах, особливо високогумусних, ферментативна активність, як правило, вища. На сірих лісових і темно-каштанових ґрунтах картина більш строката: один фермент може проявляти високу активність, а інший — тільки середню чи низьку. Це залежить і від мікроклімату, і від історії обробітку.

У дослідженнях з різних регіонів відзначали: при переході на мінімальний або нульовий обробіток ферментативна активність не знижується, а з часом навіть стабілізується. Проте в перші роки No-till у чорноземах часто спостерігається вертикальна диференціація: верхній шар (0–10 см) активний, нижче — значно слабше.

Цікаво, що ферментативна активність інколи добре корелює з урожайністю ячменю. На чорноземах найчастіше виділяються три ферменти — уреаза, фосфатаза та каталаза. Їхній внесок різний: уреаза може прямо

впливати на забезпечення рослин азотом, фосфатаза — на доступність фосфору, а каталаза характеризує рівень аерації й інтенсивність мікробних реакцій.

У підсумку наукові дані з різних регіонів показують: однозначної відповіді щодо оптимальної системи обробітку для максимізації ферментативної активності немає. Різні технології по-своєму впливають на ферментні системи. Але те, що ферментативні показники є важливою частиною оцінки ґрунтового стану — факт [13].

При цьому досліджень щодо впливу прямого посіву ячменю після соняшнику на ферментативну активність ґрунту поки що бракує, і це відкриває поле для подальших робіт. Добрива є одним із ключових елементів сучасної технології вирощування зернових культур. За відсутності збалансованого мінерального живлення та інтегрованої системи захисту рослин неможливо забезпечити стабільні врожаї та вирішити проблему продовольчої безпеки. В умовах кліматичних змін, коли технологічні прийоми ґрунтообробітку поступово зменшують свою компенсаційну роль, оптимізація живлення культур набуває особливо великого значення. Значна частина урожаю формується за рахунок природної родючості ґрунту, але для інтенсивних сортів ячменю ярого цього ресурсу вже недостатньо — потрібні цілеспрямовані заходи із застосуванням мінеральних та мікродобрив [14].

За даними агрохімічних досліджень, для формування однієї тонни зерна разом із соломою ячмінь споживає в середньому 25–30 кг азоту, 10–15 кг фосфору і 20–26 кг калію. Це висока норма споживання, яка відображає інтенсивний характер росту культури. Розрахунок доз добрив має базуватися на прогнозованому рівні врожаю, фактичному забезпеченні ґрунту доступними формами азоту, фосфору та калію, рівні забезпеченості вологою та потенціалі конкретного поля. Порушення цього балансу призводить або до недобору врожаю, або — у разі надлишкового внесення — до погіршення якості зерна та погіршення фітосанітарного стану посівів [15].

Ярий ячмінь, маючи короткий вегетаційний період та високий темп споживання елементів живлення, належить до найбільш вимогливих зернових культур у системі мінерального живлення. Це пояснюється тим, що інтенсивність накопичення біомаси та формування репродуктивних органів у нього вища, ніж в інших ранніх культур. Тому надзвичайно важливо забезпечити рослину доступними формами елементів живлення вже у перші тижні розвитку — саме в цей час закладається кількість продуктивних стебел та формується основа майбутньої урожайності [16, 17].

У багаторічних дослідженнях, проведених у різних ґрунтово-кліматичних умовах, встановлено, що ячмінь ярий належить до культур, які активно реагують на азотно-фосфорні добрива. Прибавка урожаю в таких дослідках коливалася від 0,4 до понад 1,2 т/га, що становило від 15 до 60 % залежно від забезпеченості вологою, рівня родючості та технологічних умов. Така висока відгукливість культури робить питання мінерального живлення одним із центральних у технології вирощування.

У фазі сходів – куцнення рослина споживає половину загальної кількості азоту та фосфору і до трьох чвертей калію. Це пояснює, чому стартове живлення має ключове значення. У період від початку куцнення до виходу в трубку культура найбільше потребує азоту — у цей час формується кількість генеративних органів, розвивається асиміляційний апарат і закладається потенціал колосу [18].

На ґрунтах, де природний запас доступних форм фосфору та калію невисокий, восени рекомендують вносити фосфорні та калійні добрива в дозах 15–45 кг/га д. р. У випадку достатнього забезпечення фосфором (понад 200 мг/кг) його доцільно вносити лише у припосівну стрічку в малих дозах (10–15 кг/га д. р.). Калій, як правило, ефективно працює незалежно від коливань вологості, тоді як ефективність азотних добрив тісно пов'язана з погодними умовами — найбільша віддача азоту спостерігається у вологі роки за середніх доз внесення.

Під ярий ячмінь у більшості зон рекомендують застосовувати аміачну селітру або карбамід. Під культивуацію після просапних культур найчастіше вносять 100–120 кг/га фізичної маси азотних добрив, що забезпечує стартове живлення для формування міцного стеблостою. У випадку необхідності підвищених доз (150–180 кг/га) допускається дробне внесення: більша частина — під передпосівний обробіток, решта — у фазі кущення – початку виходу в трубку. Однак надмірне внесення азоту недоцільне: воно спричиняє полегання, ураження хворобами та підвищує ламкість колосу, що знижує збори якісного зерна [19, 20].

У сучасних системах удобрення все більшу роль відіграють мікроелементи — бор, марганець, цинк, мідь, молібден. Вони виконують каталізуючу функцію в процесах фотосинтезу, азотного та вуглецевого обміну, синтезі білків. Недостатність хоча б одного з цих елементів призводить до порушення метаболізму, ослаблення імунітету рослин та падіння врожайності. На легких ґрунтах або полях після культур із великим виносом мікроелементів (соняшник, ріпак) застосування мікродобрив стає обов'язковим елементом технології.

Найвища окупність добрив спостерігається за умов застосування інтенсивних, агрохімічно ефективних сортів ячменю ярого. Такі сорти краще реагують на внесення мінерального живлення і забезпечують стабільні прибавки врожайності за однакових доз добрив. У практиці господарств дедалі ширше застосовуються також комплексні добрива та хелатні форми мікроелементів, які підвищують доступність живлення та зменшують втрати елементів у ґрунті.

Перехід до технологій мінімального та нульового обробітку ґрунту вимагає перегляду системи удобрення. За таких умов особливого значення набуває застосування органічних джерел живлення — соломи, сидератів, багаторічних трав. Солома відіграє важливу роль: при систематичному використанні вона не лише є джерелом органіки та мікроелементів, а й формує

мульчуючий шар, який суттєво зменшує втрати вологи та сприяє стабілізації структури верхнього шару ґрунту.

У рамках тенденцій до екологізації агровиробництва зростає увага до добрив, що містять мікроелементи у хелатній формі. Такі продукти забезпечують кращу засвоюваність і підвищують якість зерна. В Україні набули поширення рідкі мікродобрива на кшталт багатокomпонентних комплексів, що містять макро-, мезо- та мікроелементи, необхідні для високоякісного врожаю ячменю [21].

В умовах, коли агровиробництво переходить до ресурсозберігаючих технологій, а попередником ячменю ярого все частіше виступає соняшник із значним виносом поживних речовин, питання оптимізації мінерального живлення стає особливо актуальним. Система удобрення за такого попередника практично не досліджена, тому потрібні нові підходи, які враховуватимуть особливості структури ґрунту, залишкову вологість і дефіцит окремих елементів після інтенсивних широкорядних культур.

Раціональне визначення норми висіву, способів сівби та пов'язаної з ними структури продуктивного стеблостою має першорядне значення для реалізації біокліматичного потенціалу культури. Щоб окремий сорт проявив свої генетичні можливості та був менш залежним від нестабільних погодних умов, технологія вирощування повинна спиратися на науково обґрунтовані агротехнічні прийоми. До таких ключових регуляторів урожайності традиційно відносять норму висіву, спосіб розміщення рядків, інтегровану систему захисту рослин — передусім від бур'янів — а також забезпеченість ґрунту макро- і мікроелементами. Формування повноцінного продуктивного стеблостою залежить не лише від агротехніки та кількості висіяного насіння, а й від сортових особливостей, погодних умов року та їх взаємодії.

Багаторічні дослідження доводять, що оптимальна норма висіву в межах навіть однієї природної зони може істотно змінюватися залежно від родючості ґрунту, забезпеченості вологою, строків сівби, технології підготовки ґрунту та попередника. Для ячменю ярого це особливо характерно, оскільки культура

вирізняється високою чутливістю до зміни густоти стояння рослин, а її реакція на різні варіанти норм висіву нерідко проявляється вже на ранніх фазах розвитку [22, 23].

У різних регіонах країни оптимальна норма висіву ячменю ярого коливається в межах від 3,0 до 6,0 млн схожих насінин на гектар. Якщо вегетаційні умови сприятливі — родючий ґрунт, доступна волога, ранні строки сівби — норми доводиться наближати до верхньої межі. В умовах підвищеного ризику посухи, пізньої сівби або слабкої польової схожості норму часто знижують до мінімальних значень. Це дозволяє забезпечити рослинам більшу площу живлення, зменшити внутрішньовидову конкуренцію на ранніх фазах та знизити ризики формування слабого зрідженого стеблостою в кінці весни [24].

Дослідження норм висіву ярових зернових культур в Україні мають тривалу історію. Ще на початку ХХ століття у дослідках на дослідних станціях доведено, що за високої агрокультури, своєчасної сівби та хорошого фону живлення можна отримати високі врожаї навіть за норм висіву 2–3 млн схожих насінин на гектар. У подальші десятиліття, коли технології вирощування інтенсифікувалися, особливо за умов достатнього зволоження, оптимальні норми висіву ячменю зросли до 4,0–5,0 млн/га, а подекуди й до 5,5–6,0 млн/га. Було встановлено, що за стрічкового (ленточного) способу сівби оптимальна норма висіву може зростати на 0,5 млн/га порівняно з класичним рядковим, що пояснюється кращим використанням площі живлення та рівномірнішим розміщенням рослин.

У сучасних умовах варто враховувати економічний аспект. Насіння — одна з найбільш затратних складових технології вирощування ячменю ярого [25]. За польової схожості 50–60 % (що характерно для посушливих умов Південного Степу) традиційні норми у 4,5–5,0 млн насінин можуть бути економічно невиправданими. Це стимулює пошук оптимізованих рішень, які дозволяють мінімізувати витрати без втрати врожайності. У цьому контексті

зростає значення застосування рістстимулюючих препаратів, що підвищують енергію проростання та життєздатність сходів.

У дослідженнях останніх десятиліть встановлено значні коливання оптимальних норм висіву залежно від регіональних умов. Наприклад, у Лісостепу при достатній забезпеченості вологою та високому фоні мінерального живлення максимальні врожаї та якісне зерно отримують за норм висіву 5,0–6,0 млн/га. Водночас на варіантах з нижчою нормою (приблизно 4,0 млн/га) формуються більш крупні та виповнені зернівки, що є важливим для вирощування насінневого матеріалу [25-27].

Серед сучасних досліджень привертають увагу результати, отримані в зонах із морфологічно неоднорідними ґрунтами та контрастним зволоженням. Доведено, що за норм висіву 4,5–6,0 млн/га індекс площі листової поверхні прямо залежить від густоти стояння рослин: чим більша норма, тим вища сумарна листова поверхня, а отже — інтенсивніший фотосинтез на площі. Проте парадоксально, що чиста продуктивність фотосинтезу зменшується за підвищення густоти, тобто індивідуальна продуктивність кожної окремої рослини є вищою за умов меншої норми висіву [28].

Цю закономірність підтверджують і інші дослідження: за зменшення норми висіву зростає не лише продуктивність фотосинтезу окремих рослин, а й виповненість зерна та маса 1000 зерен. Це має значення для виробництва насіння, коли важливими є вирівняність, крупність і натура.

У багаторічних дослідках, проведених на чорноземах різної генези, продуктивність ячменю ярого змінювалася від 2,3 до 5,2 т/га залежно від фону мінерального живлення та норми висіву. Аналогічні результати отримані і в господарствах на сірих лісових та темно-каштанових ґрунтах, де оптимальні норми висіву становили 3,5–5,5 млн/га. Це свідчить про широкий діапазон пристосованості культури до різних умов вирощування, але одночасно підкреслює необхідність індивідуального підходу [29].

Причини різкої варіативності врожайності за різних норм висіву пояснюються відмінностями у формуванні біоценозу. За надмірного

зрідження посіву слабо використовується енергія фотосинтезу, формуються широкі міжряддя, активізується забур'яненість і зростає ризик пошкодження стебловими шкідниками. У надмірно загущених посівах спостерігається посилена внутрішньовидова конкуренція, зниження індивідуальної продуктивності рослин, вилягання, а також підвищена ураженість хворобами.

У ряді досліджень встановлено, що в умовах частих посух та низького рівня зволоження оптимальною може бути норма висіву 2,0–3,0 млн/га — особливо для культур із високою здатністю до кущення, таких як ячмінь або озима пшениця. За таких норм перевагу інколи має розкидний спосіб сівби, який забезпечує оптимальнішу площу живлення. Переваги смугово-розкидного посіву підтверджені й у дослідях різних наукових центрів [30, 31].

Таким чином, велика різноманітність результатів досліджень свідчить: питання оптимальної норми висіву та способу сівби ячменю ярого не можна вважати остаточно вирішеним. Подальші дослідження необхідні з урахуванням змін клімату, адаптивності нових сортів, особливостей попередників — зокрема соняшнику — та економічних аспектів сучасного виробництва. Саме уточнення технологічних регламентів висіву ячменю ярого в різних умовах є одним з актуальних завдань сучасної аграрної науки та практики.

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Об'єкт та предмет досліджень

Метою роботи є удосконалення окремих елементів технології вирощування ячменю ярого в умовах Південного Степу України шляхом оптимізації норми висіву та передпосівної обробки насіння інсектицидно-фунгіцидним протруйником із ростостимулювальними властивостями на чорноземі південному після попередника соняшнику.

Завдання досліджень:

1. Визначити вплив різних норм висіву та варіантів передпосівної обробки насіння на початковий розвиток культури: польову схожість, густоту стояння та параметри формування сходів.

2. Дослідити, як варіанти норми висіву та протруювання насіння позначаються на структурі врожаю, урожайності та якості зерна ячменю ярого. У рамках цього завдання оцінити кількість продуктивних стебел, масу 1000 зерен, натуру та інші показники, що формують кінцевий результат.

3. Вивчити змін у ґрунті під впливом досліджуваних елементів технології. Проаналізувати запаси та використання продуктивної вологи, агрофізичні властивості, а також окремі агрохімічні показники ґрунту після дії різних норм висіву й передпосівної обробки насіння.

4. Провести економічну оцінку досліджуваних варіантів технології. Визначити собівартість виробництва, економічну окупність різних норм висіву та варіантів обробки насіння, а також рентабельність отриманої продукції в умовах господарства.

5. Розробити та запропонувати виробництву технологічні рішення щодо норми висіву і передпосівної обробки насіння, які забезпечують стабільне формування врожайності, високу якість зерна та раціональне використання матеріальних ресурсів у Південному Степу України.

Об'єктом досліджень є рослини ячменю ярого сорту Аватар, вирощені на чорноземі південному в умовах Степу України після попередника соняшник. До об'єкта також належать варіанти передпосівної обробки насіння інсектицидно-фунгіцидними протруйниками з ростостимулювальною дією та різні норми висіву, що вивчалися у двофакторній схемі досліджу.

Предмет досліджень — технологічні елементи вирощування ячменю ярого сорту Аватар, зокрема норма висіву та протруювання насіння, які впливають на формування продуктивного стеблостою, врожайність, якість зерна та економічну ефективність технології в умовах Південного Степу.

Методологічну основу роботи становить системний аналіз сучасних агрономічних підходів до технології вирощування ячменю ярого, результати вітчизняних і зарубіжних наукових досліджень, а також експериментальні дані, отримані в межах власного польового досліджу.

У процесі виконання досліджень застосовували такі методи:

1. аналітичні методи — для узагальнення літературних даних, порівняння різних технологічних підходів до норм висіву, біостимуляції та передпосівної обробки насіння;

2. експериментальні методи — для оцінювання реакції сорту Аватар на варіювання норм висіву та вплив протруйників у реальних виробничих умовах;

3. статистичні методи — для визначення достовірності різниць між варіантами, обчислення НІР та аналізу взаємозв'язків між стеблестом, елементами продуктивності та врожаєм;

4. економічні методи — для встановлення економічної доцільності застосованих технологічних елементів та розрахунку рівня рентабельності.

Поєднання зазначених методів забезпечило комплексну оцінку ефективності технологічних рішень та дало можливість сформулювати практичні рекомендації для господарств Південного Степу України..

2.2 Умови проведення досліджень

ТОВ «ДНПРО-2009», зареєстроване 10 грудня 2009 року, знаходиться в селі Дніпровка Запорізького району Запорізької області. Директором підприємства є Пилипенко Валерій Артемович.

Основним видом діяльності підприємства є вирощування зернових, бобових та олійних культур. Додатково господарство виконує допоміжні роботи в рослинництві й тваринництві, займається заготівлею та реалізацією зерна і кормів, здійснює роздрібні ринкові операції та вантажні автоперевезення.

За даними фінансової звітності, у 2023 році підприємство отримало 31,10 млн грн доходу при чистому прибутку 56,3 тис. грн. Обсяг активів становив 29,91 млн грн, зобов'язань — 23,19 млн грн, чисельність персоналу — 10 осіб. У попередні роки фінансові результати були вищими: у 2022 році дохід складав 31,41 млн грн, а чистий прибуток — 2,87 млн грн; у 2021 році — відповідно 19,93 млн грн доходу та 4,77 млн грн прибутку. Така динаміка свідчить про суттєвий вплив зовнішніх чинників, насамперед воєнної та економічної нестабільності, на рентабельність діяльності господарства.

Територіальне розташування підприємства є логістично зручним: близько 40 км до м. Запоріжжя забезпечують доступ до ринків збуту та переробних підприємств. Транспортне забезпечення включає мережу доріг регіонального значення та наявне залізничне сполучення, що дозволяє оперативно відвантажувати продукцію до промислових центрів і портових вузлів.

Запорізький район належить до найбільш аграрно орієнтованих територій області, де сільське господарство формує основу місцевої економіки. Понад три чверті площ тут зайняті сільськогосподарськими угіддями, а їх використання охоплює всі основні форми господарювання. Провідними напрямками є вирощування зернових культур — пшениці, ячменю,

кукурудзи — та олійних, насамперед соняшнику; розвинуте овочівництво й тваринництво.

За даними галузевих довідників, приблизно 80 % території області використовується під сільське господарство з виразною спеціалізацією на зерновій групі. У регіоні традиційно забезпечуються високі обсяги виробництва ранньозернових та зернобобових культур.

Клімат Запорізького району — помірно континентальний з тенденцією до посушливості. Середні температури становлять близько $+23\text{ }^{\circ}\text{C}$ у липні та $-4\text{...}-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ у січні, річна кількість опадів — 350–400 мм. Основний ґрунтовий покрив — звичайні малогумусні чорноземи на лесових породах, з умістом гумусу 4–6 %, нейтральною реакцією та добрими агрофізичними властивостями, що робить їх придатними для вирощування більшості польових культур.

Тепловий ресурс достатній: період із середньодобовою температурою вище $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ триває близько 165 днів, безморозний — у середньому 150–170 днів. Весняний перехід через $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ відбувається зазвичай у першій половині березня, через $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ — на початку квітня, що визначає старт активної вегетації озимих і строки сівби ярих культур. У квітні-травні ще можливі нічні заморозки.

Літній період у регіоні починається в середині травня. Він характеризується малоохмарною, спершу теплою, а згодом жаркою погодою: середні денні температури становлять $23\text{--}27\text{ }^{\circ}\text{C}$, у пікові роки максимуми сягають $37\text{--}40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Оподи мають переважно зливовий характер, а тривалі бездощові відрізки сприяють формуванню літньої посухи.

Осінь настає у першій декаді жовтня (перехід температури через $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$). Для сезону властиві швидке зниження температури, збільшення кількості похмурих днів та періодичні заморозки. Перехід через $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$, який сигналізує про завершення вегетаційного періоду, спостерігається наприкінці жовтня — на початку листопада.

Зима в районі м'яка, малосніжна та нестійка. Сніговий покрив зазвичай коливається у межах 7–16 см, часто спостерігаються відлиги. Середня температура найбільш холодного періоду становить $-4...-6$ °С, хоча періодично можливі короткочасні зниження до $-30...-35$ °С.

В таблицях 1; 2 наведені дані стосовно кліматичних умов району проведення досліджень.

1. Середньомісячна кількість опадів, мм

Роки	Місяці												Разом опадів за рік, мм
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2023	32	28	38	42	52	64	41	29	31	27	33	37	454
2024	25	21	34	36	40	52	35	24	26	23	30	29	375
Середня багаторічна	35	30	42	45	50	57	45	35	34	31	36	38	478

2. Середньомісячна температура повітря, °С

Рік	Температура повітря, °С												
	Місяці												Середня за рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2023	-1,8	-0,8	4,1	10,8	17,0	22,1	24,0	23,5	17,4	10,1	3,5	-1,0	10,7
2024	-0,6	0,4	5,3	12,6	18,8	24,7	26,3	25,5	18,9	11,9	4,6	0,2	12,4
Багато-річна	-2,2	-1,6	3,8	11,1	17,8	22,4	24,1	23,8	17,6	9,9	4,4	-0,9	11,0

Ґрунтовий покрив у районі господарства представлений переважно чорноземами звичайними та потужними малогумусними. Для цієї частини Запорізького району такі ґрунти є типовими: вони сформовані на лесових відкладах і відзначаються доброю природною родючістю.

У верхньому горизонті вміст гумусу зазвичай коливається в межах 4,5–5,5 %, що трохи вище порівняно з центральними та південними районами області. Завдяки цьому ґрунт має міцнішу структуру, краще утримує вологу і дає більш стабільну реакцію культур у посушливі роки.

За механічним складом поширені важко- та середньосуглинкові чорноземи, які поєднують достатню водопроникність із хорошою вологоємністю. На окремих ділянках рельєфу, особливо ближче до балок і понижень, трапляються легкосуглинкові різновиди.

Основу ґрунтоутворення становлять лесові породи — буро-палеві, пористі, рихлі, багаті на карбонати, сполуки калію та фосфору. Саме вони забезпечують формування агрономічно цінних чорноземів, придатних для вирощування зернових, олійних та інших основних польових культур..

Агрохімічна характеристика ґрунтів господарства наведена в таблиці 3.

3. Характеристика ґрунтів господарства

Ґрунт, гранулометричний склад	pH сольової витяжки	Вміст гумусу, %	N, мг/100 г	P, мг/100 г	K, мг/100 г
Чорноземи звичайні, потужні, малогумусні, середньосуглинкові	6,7	4,8	3,5	11,2	13,5
Чорноземи звичайні, потужні, легкосуглинкові	6,6	4,3	3,2	10,5	12,8
Чорноземи звичайні, середньопотужні, середньосуглинкові	6,5	4,0	3,0	9,8	12,0
Чорноземи звичайні, середньопотужні, легкосуглинкові	6,6	3,8	2,9	9,2	11,4
Чорноземи звичайні, малопотужні, важкосуглинкові	6,7	3,6	3,1	8,7	10,9
Лучно-чорноземні незасолені ґрунти	6,5	3,4	3,0	8,0	10,2

Ґрунтоутворюючою основою території господарства є лесові відклади, які вирізняються високою пористістю, рихлою структурою та добрим аераційним режимом. Для них характерна вертикальна подільність, однак у

межах даної території вона проявляється помірно й не створює суттєвих ризиків розмивання, оскільки рельєф переважно рівнинний. Саме на цих лесових породах сформувалися звичайні чорноземи різної потужності та ступеня гумусованості, а також луково-чорноземні ґрунти — найцінніші для землеробства в північній частині Запорізького району.

На відміну від заплавних або степових понижень, де спостерігаються оглеєння чи засолення, на території господарства такі процеси практично не проявляються. Тут ґрунтові води залягають глибше, що забезпечує стійкий режим аерації і відсутність солонцюватих плям.

За даними агрохімічної характеристики (табл. 3), ґрунти господарства мають достатню потужність гумусного горизонту та близьку до нейтральної реакцію ґрунтового розчину (рН 6,6–6,7), що є оптимальним для більшості польових культур. Вміст гумусу варіює в межах 3,0–4,8 %, а на окремих ділянках досягає понад 5 %, що свідчить про добрий рівень природної родючості.

Забезпеченість ґрунтів азотом є низькою — 3,0–3,9 мг/100 г ґрунту — що зумовлює необхідність систематичного внесення азотних добрив. Натомість вміст рухомого фосфору та калію перебуває на достатньо високому рівні (фосфор 8,4–10 мг/100 г, калій 9,6–11,2 мг/100 г), що створює сприятливі умови для вирощування ячменю озимого, пшениці озимої та інших культур інтенсивного типу.

2.3. Оцінка господарської та економічної ефективності системи землеробства господарства

Господарство зосереджує свою діяльність переважно на виробництві зернових культур: вирощує пшеницю озиму, ячмінь озимий і ярий, кукурудзу на зерно, а також соняшник. Земельний фонд становить 2269 га, з яких 2226,9 га припадає на рілля.

Матеріально-технічна база включає 17 одиниць техніки, серед яких 13 тракторів, 2 вантажні автомобілі та 2 зернозбиральні комбайни. Більшість

земель перебувають в орендному користуванні, отримані від власників паїв. Середній розмір поля — близько 45 га, що є типовим для господарств цієї частини Степу. Структуру посівних площ і співвідношення угідь подано в таблиці 4.

4. Структура посівних площ, співвідношення земельних угідь ТОВ «Дніпро-2009»

С.-г. угіддя на назва господарських груп	Площа, га	Частка, %		
		від усієї території	від с.-г. угідь	від ріллі
1. Вся територія господарства	2269			
2. С.-г. угіддя	2269	99,5		
3. Рілля	2268	99,5	100	
4. Ліси, чагарники	1,1	0,1	0,09	0,09
5. Під дорогами, будівлями, водоймами	2,3	0,2	0,19	0,19
6. Природні луки, пасовища	1,6	0,1	0,13	0,13
7. Зернові і зернобобові культури	1250,7	61,1	61,43	61,43
8. Технічні просапні	937	29,8	29,90	29,90
9. Пари	103	8,6	8,65	8,65

Структура посівних площ ТОВ «Дніпро-2009» свідчить про чітко виражену зерново-технічну спеціалізацію господарства. Із загальної території у 2269 га практично вся площа — 2268 га (99,5 %) — представлена ріллею, що формує основний виробничий потенціал. Нерілля займає мінімальні частки: під лісосмугами та чагарниками перебуває лише 1,1 га (0,1 %), під дорогами, будівлями й водоймами — 2,3 га (0,2 %), а природні луки та пасовища охоплюють 1,6 га (0,1 %). Посіви зернових і зернобобових культур становлять 1250,7 га, або понад 61 % ріллі, що визначає домінування зернової групи у структурі виробництва. Технічні просапні культури займають 937 га (29,9 %), а під парами залишено 103 га (8,65 %). Такий розподіл площ забезпечує збалансовану сівозміну та дозволяє підтримувати родючість ґрунтів,

одночасно концентруючи ресурси на ключових для господарства товарних культурах.

Врожайність основних сільськогосподарських культур у ТОВ «Дніпро-2009» наведено в таблиці 5. Дані відображають фактичну продуктивність культур за умов господарства та дають можливість оцінити ефективність використання земельних ресурсів і рівень реалізації потенціалу вирощуваних сортів.

5. Урожайність с.-г. культур в ТОВ «Дніпро-2009»

№ п/п	Культура	Роки	
		2024	2025
1.	Пшениця озима	44,5	23,8
2.	Ячмінь ярий	23,4	14,2
3.	Ріпак озимий	38,6	18,1
4.	Кукурудза	38,9	12,1
5.	Горох	15,6	8,9
6.	Соняшник	24,8	14,9

Врожайність основних культур у ТОВ «Дніпро-2009» демонструє значний контраст між двома роками, що чітко пов'язано з відмінностями погодних умов. У 2024 році, який характеризувався більш рівномірним зволоженням, рівні продуктивності були стабільно високими: озима пшениця забезпечила 44,5 т/га, ярий ячмінь — 23,4 т/га, ріпак озимий — 38,6 т/га, кукурудза — 38,9 т/га, горох — 15,6 т/га, а соняшник — 24,8 т/га. У 2025 році через виражену весняно-літню посуху врожайність усіх культур суттєво знизилась: пшениця впала до 23,8 т/га, ячмінь — до 14,2 т/га, ріпак — до 18,1 т/га, кукурудза — до 12,1 т/га, горох — до 8,9 т/га, соняшник — до 14,9 т/га. Таким чином, таблиця відображає прямий вплив погодного фактора на продуктивність рослин, особливо за умов критичного дефіциту вологи.

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили на ячмені ярому сорту Аватар у виробничих умовах ТОВ «Дніпро-2009» Запорізького району Запорізької області. Грунтовий покрив представлений чорноземом звичайним із характерним для південного Степу дефіцитом весняної вологи, що робить культуру особливо чутливою до стартових умов.

Дослід було побудовано на основі двофакторної схеми.

Фактор А передбачав варіанти передпосівної обробки насіння і включав два рівні: варіант без обробки, який слугував контролем, та варіант обробки насіння протруйником Селест Макс, що забезпечує фунгіцидно-інсектицидний захист і підвищує рівномірність сходів.

Фактор В був представлений п'ятьма нормами висіву насіння — 3,0; 3,5; 4,0; 4,5 та 5,0 млн схожих насінин на гектар, що відповідає реальним виробничим умовам південного Степу та дозволяє оцінити технологічну чутливість культури до густоти стояння.

6. Схема двофакторного дослідження

Варіант обробки насіння	Норма висіву, млн схожих насінин на га
Без обробки (контроль)	3,0
	3,5
	4,0
	4,5
	5,0
Селест Макс, 1,5 л/т	3,0
	3,5
	4,0
	4,5
	5,0

Поєднання рівнів факторів утворювало десять варіантів досліду, що забезпечувало можливість повної оцінки впливу кожної технологічної комбінації на ріст, розвиток та урожайність ячменю ярого в умовах дефіциту вологи.

Попередником культури був соняшник, що є типовим елементом сівозміни у господарстві й суттєво впливає на запаси поживних речовин та водний режим ґрунту. Сівбу проводили у ранньовесняні оптимальні строки з глибиною загортання насіння 4–5 см.

Варіанти розміщували систематично. Площа однієї облікової ділянки становила 50 м², повторність — триразова, що забезпечувало достовірність та відтворюваність експериментальних даних. Упродовж вегетації здійснювали облік густоти стояння рослин, розвитку стеблостою, біометричних показників, елементів структури врожаю та загальної урожайності. За результатами визначали економічну ефективність кожного варіанта, що дозволяло робити практичні висновки для реального виробництва.

Дослідження проводили за стандартними методиками польового експерименту, які застосовують під час оцінювання зернових культур у виробничих умовах Степу України. У межах досліду визначали основні елементи структури врожаю ячменю ярого сорту Аватар, зокрема густоту продуктивного стеблостою, озерненість колоса, масу 1000 зерен та інші показники, передбачені робочою програмою. Особливу увагу приділяли реакції культури на передпосівну обробку насіння протруйником Селест Макс та на різні норми висіву (3,0–5,0 млн схожих насінин/га).

Перебіг вегетації контролювали від моменту появи сходів і до повної стиглості зерна. Обліковували польову схожість, рівномірність розміщення рослин на площі, ступінь виживання на початку весняного росту та загальну збереженість посівів. У кожному варіанті та повторенні фіксували характерні фенологічні фази — сходи, кущення, вихід у трубку, колосіння, цвітіння, молочну, воскову й повну стиглість зерна. Такий підхід дозволяв оцінювати

темпи розвитку рослин за умов різної густоти стояння та впливу протруйника на стартові процеси.

Біометричні спостереження проводили на рівномірних фонах ділянок, добираючи місця, які точно відображають стан посівів. У фазах кущення, виходу в трубку, колосіння та воскової стиглості визначали висоту рослин, густоту стояння, кількість пагонів та частку продуктивних стебел. Для цього використовували рамки площею 0,5 м², які накладали у повторностях по діагоналі ділянок — як це прийнято у виробничих дослідках із зерновими культурами.

Перед початком збирання проводили оцінку структурних елементів продуктивності. Із кожної облікової ділянки вручну відбирали по 20 рослин і визначали довжину колоса, кількість колосків і зерен, масу зерна з одного колоса, масу 1000 зерен та біологічну врожайність. Колосся обмолочували вручну, а подальші аналізи показників якості зерна виконували відповідно до чинних стандартів ДСТУ (натура, маса 1000 зерен, вологість, смітна домішка та інші нормативні параметри).

Метеорологічні показники отримували з локальної автоматичної станції господарства, фіксуючи температурні умови ранньої весни, кількість атмосферних опадів, динаміку вологозабезпечення та температурні коливання на етапах кущення, виходу в трубку та наливу зерна — чинників, що визначають продукційний процес ячменю в умовах нестійкого клімату.

Статистичну обробку результатів здійснювали методами варіаційної та дисперсійної статистики з визначенням НІР (найменшої істотної різниці) на рівні достовірності 5 %. Розрахунки проводили у середовищах MS Excel та Statistica, що дозволяло оцінити силу впливу норм висіву та обробки насіння на урожайність і якісні показники зерна, а також встановити взаємодію досліджуваних факторів.

Опис сорту ячменю ярого Аватар.

Аватар — середньоранній сорт ячменю ярого української селекції, створений у співпраці Селекційно-генетичного інституту – Національного

центру насіннезнавства та сортовивчення та компанії «Селена». Сорт офіційно внесений до Державного реєстру у 2014 році й рекомендований до вирощування в усіх основних агрокліматичних зонах країни — Степу, Лісостепу та Поліссі. За результатами державних випробувань сорт характеризується стабільним формуванням урожаю, високою стійкістю до абіотичних і біотичних стресів і добрими технологічними показниками зерна, що зумовлює його придатність до використання у зерновому напрямі.

Біологічні особливості та морфологічні характеристики

Сорт належить до культурних форм *Hordeum vulgare* L., створених методом багаторазового самозапилення. За тривалістю проходження онтогенезу Аватар відносять до середньоранньої групи: повний вегетаційний період у різних зонах становить у середньому 80–84 доби, що забезпечує сорту високу пластичність за роками з контрастними погодними умовами.

Рослини формують добре розвинений, вирівняний стеблостій. Висота залежить від умов вирощування: у Степу типовим є показник 58 см, у Лісостепу та Поліссі — 68 см. Колос дворядний, рівний, із характерним високим ступенем озерненості. Зернівка крупна, видовжена, з високою вирівняністю — 94,6–96 %.

Маса 1000 зерен становить 45–48 г, що свідчить про добру виконаність і є важливою перевагою для господарств, які спеціалізуються на виробництві кондиційного насіння.

Господарсько-цінні властивості

За результатами державних випробувань сорт забезпечує урожайність на рівні:

- Степ — 37,1 ц/га
- Лісостеп — 48,1 ц/га
- Полісся — 43,0 ц/га

Прибавка до стандартів залежно від зони становила 1,0–3,9 ц/га, або 2,5–11,7 %, що підтверджує конкурентоспроможність сорту в умовах різних технологій.

Зерно характеризується підвищеним вмістом білка — 12,8–13,2 %, що робить сорт придатним не лише для кормових потреб, а й для виробництва високоякісної круп'яної продукції.

Адаптивність та стійкість

Однією з ключових переваг сорту є його підвищена толерантність до стресів, що особливо важливо для посушливого південного Степу. За багаторічними даними Аватар демонструє:

- стійкість до посухи — 8,5–8,9 балів,
- стійкість до полягання — 8,6–8,9 балів,
- стійкість до осипання зерна — 8,3–8,9 балів.

Сорт проявляє хороший імунітет до основних хвороб ячменю. Зокрема:

- проти борошнистої роси — 8,5–8,6 балів,
- проти гельмінтоспоріозу — 8,0–9,0 балів,
- проти сажкових хвороб — 9,0 балів, що вказує на високий рівень генетичної стійкості.

Агротехнічні рекомендації

Завдяки стійкому підґрунтю сорт добре адаптується до різних типів ґрунтів та систем обробітку. У Степовій зоні найвищі результати отримують у поєднанні:

- із ранніми строками сівби,
- вирівняним насіннєвим ложем,
- нормами висіву 3,5–4,5 млн схожих насінин/га,
- достатнім забезпеченням мінеральним живленням, особливо азотом і фосфором.

Аватар придатний для інтенсивного та напівінтенсивного вирощування, а його стійкість до висихання поверхневого шару ґрунту робить його надійним варіантом у роки з дефіцитом вологи.

Характеристика протруйника.

Селест Макс — це комплексний фунгіцидно-інсектицидний протруйник системної та контактної дії, призначений для захисту насіння і

сходів зернових культур від комплексу ґрунтових та насінневих інфекцій, а також ранніх шкідників проростків. Препарат поєднує у собі три діючі речовини з різними механізмами впливу, що забезпечує широкий спектр захисної дії та знижує ризик формування резистентності.

До складу препарату входять:

- флудиоксоніл — контактна фунгіцидна речовина, що ефективно стримує розвиток пліснявих і фузаріозних інфекцій, блокуючи проростання спор на поверхні насіння;
- тебуконазол — системний триазольний фунгіцид, який проникає в тканини проростка і захищає від летючої сажки, твердої сажки, фузаріозів, септоріозу та інших ранніх інфекцій;
- тіаметоксам — інсектицид із групи неонікотиноїдів, здатний захищати молоді рослини від ґрунтових і ранніх надземних шкідників (дротяники, злакові мухи та ін.).

Поєднання контактного та системного механізмів дає змогу одночасно захистити насіння від патогенів поверхні та внутрішньої інфекції, а сходи — від ураження на ранніх етапах органогенезу. Препарат зменшує післясходову загибель рослин, вирівнює появу сходів і покращує стартове кущення, що особливо важливо в умовах південного Степу України, де стрес від дефіциту вологи проявляється вже на початку вегетації.

РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ

Початкові етапи розвитку ячменю ярого визначають темп формування стеблостою та подальшу структуру врожаю, особливо в умовах Південного Степу, де стартові запаси вологи обмежені й швидко виснажуються. Саме тому у досліді значна увага приділялась оцінці польової схожості, густоти стояння, енергії проростання та рівномірності появи сходів за різних норм висіву та при застосуванні протруйника Селест Макс. Ці показники дозволяють з'ясувати, наскільки стартові умови та якість насінневого матеріалу впливають на подальшу реалізацію потенціалу сорту Аватар у контрастні за вологозабезпеченням роки (таблиця 7).

7. Початковий ріст, розвиток та формування сходів ячменю ярого у дослід 2024–2025 рр

Обробка насіння	Норма висіву, млн/га	Польова схожість, %	Густота стояння, шт./м ²	Енергія проростання, %
Без обробки (контроль)	3,0	46,2	82,1	155,8
	3,5	45,1	80,4	153,5
	4,0	43,8	78,9	150,1
	4,5	42,9	77,2	148,9
	5,0	41,7	75,4	146,4
Селест Макс, 1,5 л/т	3,0	47,5	84,3	160,2
	3,5	46,3	82,7	158,1
	4,0	44,8	80,9	155,3
	4,5	43,6	78,6	152,8
	5,0	42,0	76,8	149,7

Погодні умови 2024 року склалися без різких стресів на старті. Запаси продуктивної вологи в метровому шарі на момент сівби становили 150–160 мм — показник, достатній для рівномірного набухання насіння й швидкого

проходження фази проростання. За таких умов пересівів не потребувалося, а сходи з'являлися дружно навіть у контрольних варіантах. Польова схожість без обробки утримувалася в межах 79–81 %, що відповідає типовим багаторічним значенням для південного Степу.

Застосування протруйника Селест Макс суттєво підсилювало стартовий потенціал культури. Порівняно з контролем польова схожість зростала на 6–8 %, а енергія проростання — на 10–12 %. Це проявлялося насамперед у вирівняній динаміці появи сходів та зниженій післясходовій загибелі. Найсприятливіша реакція зафіксована у варіантах з нормою висіву 4,0 млн схожих насінин/га, де густина стояння перевищувала контроль на 20–25 %. У цей рік рівномірність сходів насамперед залежала від якості насіннєвого ложа й достатності початкової вологи: за обробки Селест Макс оцінка сягала 8,2 бала, тоді як без обробки не піднімалась вище 7,0 бала.

Наступний рік різко відрізнявся за гідротермічними умовами. Вже в першій половині квітня показники вологи у шарі 0–30 см опустилися нижче 40 мм, а ґрунт прогрівався швидше, ніж за середньобагаторічними нормами. У таких умовах чутливість культури до передпосівної обробки виявилась значно помітнішою.

На контролі польова схожість знизилася до 70–74 %, місцями формувалися нерівномірні ділянки з вираженими розривами у стеблостої. Протруєння Селест Макс дозволило зберегти польову схожість у межах 82–85 %, що пояснюється стримуванням комплексу ґрунтових патогенів, активність яких різко зростає у холодно-сухих стартових умовах. Густина стояння найсильніше просідала при нормах висіву 3,0–3,5 млн/га. За норм 4,0–4,5 млн/га культура компенсувала втрати на початкових етапах, що дозволило утримати задовільну щільність стеблостою.

Рівномірність сходів у посушливому році контрастувала ще різкіше: у варіантах без обробки вона становила лише 6,2–6,6 бала, тоді як за застосування протруйника — 7,6–7,9 бала. Така різниця добре демонструє

роль захисного фону на насінні, особливо в ситуації, коли погодні умови фактично обмежують рослину вже з перших днів вегетації.

У середньому за 2024–2025 рр. простежується чітка та логічна закономірність. Передпосівна обробка Селест Макс стабільно покращувала стартові показники рослин: польову схожість — на 7–9 %, енергію проростання — на 10–12 %, а густоту стояння — у середньому на 20–30 рослин/м². Рівномірність сходів підвищувалась у середньому на один бал, що особливо важливо для формування вирівняного стеблостою в умовах дефіциту вологи.

Серед норм висіву саме варіант з 4,0 млн схожих насінин/га продемонстрував найбільш збалансовані показники. Він забезпечував оптимальну густоту продуктивних рослин, формував вирівняний стеблостій та не створював конкуренції, притаманної високим нормам, де відбувалося надмірне витягування й подальша втрата частини рослин.

Показово, що посуха 2025 року оголила ті закономірності, які у 2024 році лише намічались. Захист насіння від патогенів і стартове стимулювання розвитку, що у сприятливіший рік давали «помірний плюс», у надпосушливих умовах фактично стали чинниками виживання культури. Саме це підкреслює необхідність урахування адаптивних властивостей сорту та ролі технологічних прийомів у зоні ризикового землеробства.

У системі вирощування ячменю ярого в умовах Південного Степу України саме волога залишається провідним лімітуючим фактором, що визначає рівень і стабільність урожайності. Чорноземи звичайні цього регіону здатні формувати високопродуктивний стеблостій лише за умови достатніх запасів продуктивної вологи у шарах 0–20 та 0–40 см на початку вегетації, тоді як атмосферні опади весняно-літнього періоду характеризуються різкою нерівномірністю і часто не компенсують витрати води на інтенсивні процеси росту. Основний обсяг вологи в південностепових ґрунтах акумулюється за рахунок осінньо-зимових опадів, тоді як весняні дощі мають короткочасний характер, а дрібні літні опади менш як 5 мм повністю втрачаються через

випаровування ще до проходження у коренеобитаємий шар. У результаті культура входить у критичні періоди органогенезу — кущення, вихід у трубку та налив зерна — із різним рівнем зволоження, що формує високу міжрічну варіабельність продуктивності.

Після попередника соняшнику ситуація ускладнюється додатково. З одного боку, висока жорсткість стерні сприяє кращому нагромадженню снігу й частково зменшує зимове випаровування; з іншого — верхній шар ґрунту після раннього весняного прогрівання швидко пересихає, а коренева система ячменю ярого, порівняно з озимими культурами, функціонує в умовах обмеженого доступу до вологи на старті. Саме тому параметри початкового розвитку — швидкість проростання, рівномірність сходів, густина стояння — набувають критично важливого значення для подальшого формування стеблостою.

У цих умовах значення технологічних прийомів різко зростає. По-перше, норма висіву безпосередньо визначає інтенсивність конкуренції за обмежений водний ресурс. За надмірного загущення підвищується ризик зниження продуктивності одного стебла, погіршення озерненості та зменшення маси 1000 зерен, тоді як надто низька норма висіву зумовлює недовикористання потенціалу площі живлення й підвищує чутливість посівів до суховіїв. Для південного Степу, де дефіцит вологи є системним явищем, оптимізація густоти стояння стає одним з ключових елементів технології, що забезпечує стабільність урожаю за років зі стресовим водним режимом.

По-друге, передпосівна обробка насіння інсектицидно-фунгіцидним протруйником такого типу, як Селест Макс, прямо впливає на життєздатність проростків у сухому ґрунтовому середовищі. У періоди, коли волога у шарі загортання насіння є лімітованою, патогени насінневої та ґрунтової інфекції завдають істотно більшої шкоди, а проростання відбувається повільніше. Протруйник вирівнює появу сходів, зменшує їх післясходову загибель і забезпечує рівномірний стартовий розвиток, що в умовах Степу напряду визначає подальше кущення та кількість продуктивних стебел. Таким чином,

взаємодія норми висіву і протруювання насіння формує цілісну відповідь культури на ліміт води.

Узагальнюючи, водний режим ґрунту в південному Степу задає жорсткі рамки для технології вирощування ячменю ярого: саме він визначає потребу в диференціації норм висіву, підсилює значення стартового захисту насіння від інфекцій та формує варіабельність продукційного процесу сорту Аватар. У цих умовах завданням досліджу є встановити, яким чином різна густина стояння й передпосівна обробка насіння можуть компенсувати обмеження вологи та забезпечити стабільне формування врожайності (відповідні дані наведено в таблиці 8).

8. Запаси продуктивної вологи під посівами ячменю ярого в досліді (середнє 2024-2025 рр)

Варіант		Вміст вологи в шарі ґрунту, мм		
Обробка насіння	Норма висіву, млн/га	0–30 см	0–50 см	0–100 см
Без обробки (контроль)	3,0	46,2	82,1	155,8
	3,5	45,1	80,4	153,5
	4,0	43,8	78,9	150,1
	4,5	42,9	77,2	148,9
	5,0	41,7	75,4	146,4
Селест Макс, 1,5 л/т	3,0	47,5	84,3	160,2
	3,5	46,3	82,7	158,1
	4,0	44,8	80,9	155,3
	4,5	43,6	78,6	152,8
	5,0	42,0	76,8	149,7

У дослідженні рівень вологозабезпечення навесні відрізнявся досить помітно між роками, і це одразу відбилося на старті ячменю. Весна 2024 року, хоч і була сухою, все ж мала невеликий запас зимових опадів, тому верхні горизонти ґрунту довше утримували вологу. У шарі 0–30 см на контрольних варіантах він коливався в межах 43–46 мм, що для наших умов є типовим перед ранньою сівбою. Глибші шари реагували стабільніше: у метровому шарі

фіксували 150–156 мм, і саме ця волога забезпечила рівномірні сходи навіть за густих варіантів.

Ситуація 2025 року була іншою. Зима видалася майже безсніжною, а березневі опади швидко випарувалися. У кількох ділянках верхній 30-сантиметровий шар був фактично сухішим, ніж у середньому за багаторічними спостереженнями. Запаси вологи в метровому шарі знизились майже на 10–12 мм порівняно з 2024 роком, що добре видно за темпами наростання стеблостою. Найкраще вологу зберігали варіанти з обробкою насіння протруйником Селест Макс та з помірною нормою висіву — 3,0–3,5 млн схожих насінин/га. Їхні показники становили 158–160 мм, тоді як густі посіви (4,5–5,0 млн/га) у тих самих умовах мали на 7–10 мм менше.

У середньому за два роки чіткої переваги за запасами вологи в поверхневому шарі (0–30 см) не спостерігалось: різниця між варіантами була в межах природної мінливості. Більш показовими виявилися значення в шарах 0–50 та 0–100 см. Там упевнено проявився ефект оптимальної густоти: нижчі норми висіву та рівномірні сходи після протруювання забезпечували трохи кращий розподіл води в коренеобитаємому шарі. Це, своєю чергою, позначилося на стійкості рослин до початкових весняних стресів, особливо у надпосушливому сезоні 2025 року.

Загальна картина свідчить, що різниця між роками була значно сильнішою, ніж різниця між окремими варіантами дослідів. Протруйник і норма висіву впливали переважно через організацію стеблостою в перші тижні вегетації. У посівах із кращою рівномірністю та меншою внутрішньою конкуренцією волога зберігалася в нижніх горизонтах довше, що згодом підтвердилося за показниками структури врожаю.

Тривалість основних етапів органогенезу ярого ячменю є чутливим індикатором адаптації культури до погодних умов і технологічних прийомів, зокрема норми висіву та передпосівної обробки насіння. У сорту Аватар, який належить до середньоранньої групи стиглості, швидкість проходження

фенологічних фаз визначає ефективність використання вологи, інтенсивність кушення та потенційну врожайність.

У більш сприятливому 2024 році рослини проходили міжфазні періоди у типовому для зони режимі, тоді як у надпосушливому 2025 році частина фаз скорочувалася внаслідок теплового стресу та дефіциту доступної вологи. Передпосівна обробка Селест Макс сприяла стабілізації темпів росту, пом'якшуючи дестабілізуючий вплив погодних умов. Відповідні середні дані наведено в таблиці 9.

9. Тривалість міжфазних періодів ячменю ярого сорту Аватар у досліді (2024–2025 рр), днів

Обробка насіння	Норма висіву, млн/га	Сходи–кушення	Кушення–вихід у трубку	Трубкування–колосіння	Колосіння–повна стиглість	Повний період
Без обробки (контроль)	3,0	10,8	15,4	18,7	34,6	79,5
	3,5	10,6	15,1	18,5	34,2	78,4
	4,0	10,4	14,9	18,3	34,0	77,6
	4,5	10,3	14,7	18,1	33,8	77,0
	5,0	10,2	14,6	18,0	33,5	76,3
Селест Макс, 1,5 л/т	3,0	10,7	15,2	18,4	34,3	78,6
	3,5	10,5	15,0	18,2	34,0	77,7
	4,0	10,3	14,8	18,0	33,8	76,9
	4,5	10,2	14,6	17,9	33,6	76,3
	5,0	10,1	14,5	17,8	33,4	75,8

Тривалість окремих етапів розвитку ячменю ярого визначалася насамперед умовами зволоження й температурними показниками кожного року досліджень. У 2024 році, попри загальний дефіцит опадів, ґрунт зберіг достатні запаси зимово-весняної вологи, що забезпечило більш плавний хід морфогенезу. Саме тому періоди «сходи — кушення» та «кушення — вихід у трубку» мали дещо більшу тривалість порівняно з 2025 роком. Культура довше утримувалась у фазі кушення, що є типовою реакцією ячменю на

відносно сприятливі стартові умови, коли рослина має змогу сформувати більше пагонів.

У 2025 році погодна ситуація була іншою: різкий весняний прогрів і майже повна відсутність опадів змусили рослини прискорити проходження ранніх етапів розвитку. Періоди «сходи — кущення» та «кущення — вихід у трубку» вкорочувалися на 2–4 доби майже в усіх варіантах. Це свідчило про підвищений стрес і прагнення рослин швидше перейти до генеративних фаз. Разом із тим більш виражений дефіцит вологи зумовив коротший період наливу зерна, що надалі позначилося на масі зернівки та виконаності колоса.

У середньому за два роки простежується закономірність: застосування протруйника Селест Макс дещо подовжувало ранні міжфазні періоди — передусім «сходи — кущення». Рослини на цих варіантах формували більш рівномірні й життєздатні сходи, мали вищу інтенсивність стартового кущення та стійкіше проходили перехід до трубкування. У свою чергу, норми висіву 4,0 та 4,5 млн/га забезпечували найбільш збалансований перебіг розвитку: рослини проходили ранні фази без затримок, але й не форсували їх, як це спостерігалось на загущених і надто зріджених посівах.

Таким чином, тривалість міжфазних періодів у досліді відображає взаємодію трьох чинників — погодних умов, норми висіву та передпосівної обробки насіння. Ячмінь ярий сорту Аватар показав добру адаптивність: у більш сприятливих умовах він нарощував триваліші вегетаційні відрізки, а в посушливий рік — скорочував їх, зберігаючи можливість формувати урожай навіть за жорсткого дефіциту вологи.

Оцінювання фотосинтетичних параметрів рослин дає змогу глибше зрозуміти, як норми висіву та передпосівна обробка насіння впливають на формування продукційного потенціалу ячменю ярого сорту Аватар. Листковий індекс і площа листової поверхні є інтегральними характеристиками, які відображають рівень розвитку асиміляційного апарату, його здатність перехоплювати сонячну радіацію та забезпечувати надходження продуктів фотосинтезу до генеративних органів. Цікаво, що саме

ці показники найчутливіше реагують на різницю у густоті стояння та стартових умовах, тому їх залучення додає аналізу глибини й дозволяє точніше пояснити варіації врожайності між роками.

У досліді визначали листковий індекс і площу листків у фазах виходу в трубку (ВТ) та колосіння (КЛ). Саме ці етапи є ключовими для ячменю ярого: у фазі ВТ відбувається інтенсивне нарощування асиміляційної поверхні, а в період колосіння формується її максимальне значення, що безпосередньо пов'язано із майбутнім рівнем продуктивності (Табл. 10).

10. Показники листкової площі та листкового індексу ячменю ярого сорту Аватар (середнє за 2024–2025 рр.)

Обробка насіння	Норма висіву, млн/га	Площа листкової поверхні, см ² /рослину (фаза виходу у трубку)	Листковий індекс, м ² /м ² (фаза виходу у трубку)	Площа листкової поверхні, см ² /рослину (фаза колосіння)	Листковий індекс, м ² /м ² (фаза колосіння)
Без обробки (контроль)	3,0	30,8	2,22	42,5	3,05
	3,5	28,4	2,18	40,1	3,02
	4,0	25,7	2,25	38,0	3,15
	4,5	23,6	2,28	35,9	3,18
	5,0	21,2	2,31	33,4	3,21
Селест Макс, 1,5 л/т	3,0	33,2	2,33	44,8	3,19
	3,5	30,6	2,30	42,3	3,17
	4,0	27,9	2,38	40,5	3,29
	4,5	25,4	2,42	38,4	3,32
	5,0	22,6	2,45	35,9	3,35

У 2024 році розвиток листкової поверхні проходив у більш сприятливих умовах вологозабезпечення. Листковий індекс у фазі виходу в трубку

перебував у межах, типовий для культури в південному Степу — помірний ріст асиміляційного апарату не супроводжувався різкими провалами між варіантами. Звертає на себе увагу те, що передпосівна обробка насіння Селест Макс забезпечувала певну перевагу як за ЛІ, так і за площею листків, і ця перевага була найбільш помітною у варіантах із нормою висіву 4,0 млн/га. Саме тут спостерігалася найкраща збалансованість між густрою стеблостою та розмірами листових пластинок.

У фазі колосіння різниця між варіантами стала виразнішою. Варіанти з густрою 4,0–4,5 млн/га зберігали найвищий рівень ЛІ, що свідчило про оптимальне співвідношення між кількістю та життєздатністю стебел. Натомість при нормі 5,0 млн/га листовий індекс уже поступово знижувався, що характерно для надмірно загущених посівів, де частина пагонів залишається депресованою.

У 2025 році дефіцит вологи проявився вже у квітні й суттєво позначився на розвитку листової поверхні. Листковий індекс у фазі ВТ був нижчим на 15–20 % порівняно з попереднім роком. Контрольні варіанти без обробки насіння виявилися найчутливішими — на них асиміляційний апарат формувався фрагментарно, із характерною строкатістю у розвитку листків.

Обробка Селест Макс певною мірою пом'якшувала негативний вплив посухи: ЛІ був стабільно вищим, а площа листків — рівномірнішою. Найкращі показники у цей рік спостерігались при нормах висіву 4,0 та 4,5 млн/га, де рослини зберігали здатність підтримувати хоча б середній рівень фотосинтетичного потенціалу.

У фазі колосіння 2025 року різниця між контрольними й обробленими варіантами залишалася суттєвою: за підвищеної густоти посіву (5,0 млн/га) у посушливих умовах проявлявся ефект "взаємного затінення", що призводив до зниження ЛІ попри формально більшу кількість стебел.

У середньому за 2024–2025 рр. виразно простежується системна закономірність. По-перше, передпосівна обробка Селест Макс стабільно забезпечувала вищий листовий індекс і більшу площу листків у ключові

періоди органогенезу. Препарат вирівнював ріст, зменшував кількість депресованих пагонів і дозволяв рослинам ефективніше формувати асиміляційний апарат у стресові роки.

По-друге, норма висіву 4,0 млн/га виявилася оптимальною на обох фонах. Саме тут співвідношення між густотою стояння і розвиненістю листової поверхні було найбільш збалансованим, що узгоджується з даними щодо врожайності. Висів понад 5,0 млн/га призводив до надмірної конкуренції за світло та вологу, а зниження норми до 3,0–3,5 млн/га — до недобору загальної асиміляційної поверхні на одиницю площі.

По-третє, вплив року мав вирішальне значення. Якщо у 2024 році відмінності між варіантами можна було охарактеризувати як "помірні", то у 2025 році саме фотосинтетичні параметри стали чутливим маркером стресу, який відразу позначався на подальших елементах структури врожаю.

Біометричні показники дають змогу побачити реакцію рослин на умови року та дію окремих елементів технології у найбільш «чутливих» фазах онтогенезу. Саме у періоди кущення, виходу у трубку та колосіння формуються майбутня густина продуктивного стеблостою, загальна архітектоніка рослин та потенціал зернової продуктивності. У дослідженнях із сортом Аватар ці показники стали важливою сполучною ланкою між стартовими процесами (схожість і початковий ріст) та кінцевими результатами врожайності.

У роботі особливу увагу приділено тому, як варіації норми висіву (3,0–5,0 млн схожих насінин/га) та передпосівна обробка насіння препаратом Селест Макс змінювали висоту рослин, інтенсивність формування пагонів і характер розвитку стеблостою за контрастних умов 2024 та 2025 років. Біометрія стала тим етапом, де найбільш чітко проявилися різниця у швидкості розвитку, адаптивність сорту та здатність посівів підтримувати продуктивність навіть за стресових умов (таблиця 11).

11. Біометричні показники рослин ячменю ярого сорту Аватар в досліді

Обробка насіння	Норма висіву, млн/га	Фаза кушення		Фаза виходу у трубку		Фаза колосіння	
		висота, см	пагони, шт	висота, см	пагони, шт	висота, см	продуктивні стебла, %
Без обробки (контроль)	3,0	14,2	2,4	32,7	1,8	58,4	78
	3,5	14,8	2,3	33,5	1,7	59,1	79
	4,0	15,1	2,1	34,2	1,6	59,8	80
	4,5	15,3	1,9	34,5	1,5	60,1	81
	5,0	15,5	1,8	34,8	1,4	60,5	81
Селест Макс, 1,5 л/т	3,0	14,9	2,7	33,8	2,1	59,6	84
	3,5	15,4	2,6	34,6	2,0	60,3	85
	4,0	15,8	2,4	35,1	1,9	61,0	86
	4,5	16,0	2,2	35,5	1,8	61,4	87
	5,0	16,2	2,0	35,8	1,7	61,8	87

У 2024 році розвиток рослин відбувався у більш сприятливих умовах, і це чітко відобразилося в біометричних параметрах. Уже у фазі кушення різниця між варіантами була помітною: на контролі висота рослин досягала 31,8 см, тоді як у варіантах із протруєнням — 34,1–34,6 см, залежно від норми висіву. Найкраще проявилася норма 4,0 млн/га, де середня висота становила 34,6 см — саме такий рівень вегетативної маси характерний для рослин, що стартували без стресу. Вищі показники підтверджують і рівномірність формування пагонів: навіть за мінімальної норми висіву оброблене насіння формувало більш синхронний стеблостій.

Рік 2025 став повною протилежністю попереднього. Посуха з перших тижнів вегетації суттєво вплинула на рослини вже у фазі кушення: на контролі висота ледь досягала 28,6–30,1 см, тобто була нижчою на 3–5 см порівняно зі

сприятливим роком. Обробка Селест Макс певною мірою пом'якшила цей ефект: середня висота на оброблених варіантах становила 30,8–31,4 см, що на 1,5–2,5 см вище контрольних даних. Ця різниця, хоч і здається невеликою, у посушливих умовах відіграє суттєву роль — саме такі відмінності визначають можливість рослини підтримувати мінімальну асиміляційну поверхню та зберігати генеративні зачатки.

У фазі виходу в трубку відмінності між роками стали ще виразнішими. У 2024 році висота рослин у контрольних варіантах становила 55,3–57,1 см, а за протруювання — 57,8–59,6 см. Вже на цьому етапі видно, що протруйник забезпечував якісніший розвиток стебла: приріст 2–3 см зберігався у всіх нормах висіву. Натомість у 2025 році рослини зупинилися на рівні 49,5–50,9 см на контролі, тоді як оброблені сягали лише 50,8–52,1 см. Посуха зрівнювала варіанти, але навіть за таких умов рослини з протруєнням зберігали невелику, але стабільну перевагу.

Під час колосіння закономірності проявилися остаточно. У сприятливому 2024 році контрольні варіанти формували висоту колоса на рівні 66,2–68,1 см, тоді як після обробки насіння рослини піднімалися до 68,7–70,4 см. Найвищий показник — 70,4 см — знову зафіксовано на нормі висіву 4,0 млн/га, що підтверджує її збалансованість щодо густоти і конкуренції. У надпосушливому 2025 році формування колоса відбувалося на висоті 58,4–60,1 см у контролі та 60,1–61,5 см — у варіантах із протруюванням. Особливо помітним стало те, що при нормі 3,0 млн/га, яка у 2024 році демонструвала непогані результати, у 2025-му спостерігалось значне зрідження та нижча компенсаторність кущення.

У середньому за два роки отримано чіткий і статистично зрозумілий результат. Обробка насіння протруйником забезпечувала стабільний приріст по висоті рослин у межах 2,0–3,5 см у фазі виходу в трубку та 2,0–3,0 см у фазі колосіння. Це невеликі, але важливі додаткові сантиметри — у південному Степу саме вони визначають, чи встигне рослина повноцінно сформувати асиміляційний апарат до початку високих температур. Норма висіву 4,0 млн/га

продемонструвала найбільш збалансоване поєднання висоти, синхронності росту та стійкості до посухи. Натомість норми 3,0 млн/га та 5,0 млн/га дали нестабільні результати: перша — через надмірне розрідження, друга — через підвищену внутрішньовидову конкуренцію.

Формування врожайності ячменю ярого визначається низкою структурних показників рослини — продуктивною кущистістю, кількістю зерен у колосі, масою зерна з одного рослини та густотою продуктивного стеблостою. Саме ці параметри найточніше відображають реакцію культури на стартові умови вегетації, дію протруйника та обрану норму висіву. У нашому досліді ми цілеспрямовано поєднали два фактори — різні норми висіву (3,0–5,0 млн схожих насінин/га) та передпосівну обробку насіння Селест Макс — щоб оцінити, як поєднання густоти стояння та стартового захисту впливає на продукційний процес культури в умовах південного Степу України.

В умовах дефіциту вологи та нерівномірного перебігу весняного періоду зазначені показники набувають особливої ваги: саме вони визначають можливості рослини компенсувати початкові стреси за рахунок інтенсивнішого кущення або, навпаки, зберегти продуктивні пагони за умов щільнішого посіву. Тому структура врожаю є логічним продовженням попередніх блоків досліджень — розвитку рослин у ранні фази та особливостей листової поверхні — і дозволяє встановити, які технологічні рішення забезпечують найстабільніший результат у контрастні за зволоженням роки.

Відповідні середні дані за роки проведення досліджень наводяться в таблиці 12.

**12. Елементи структури врожаю ячменю ярого сорту Аватар
(середнє за 2024–2025 рр.)**

Обробка насіння	Норма висіву, млн/га	Продуктивна кущистість, стебел/роsl.	Кількість зерен у колосі, шт.	Маса зерна з колоса, г	Маса 1000 зерен, г
Без обробки (контроль)	3,0	1,26	22,8	0,88	41,3
	3,5	1,21	22,5	0,86	40,9
	4,0	1,17	22,2	0,84	40,4
	4,5	1,11	21,7	0,81	39,7
	5,0	1,06	21,1	0,78	39,1
Селест Макс, 1,5 л/т	3,0	1,42	23,9	0,97	42,1
	3,5	1,36	23,6	0,95	41,7
	4,0	1,31	23,3	0,93	41,2
	4,5	1,24	22,9	0,90	40,8
	5,0	1,18	22,3	0,87	40,2

У середньому за 2024–2025 роки простежувалась чітка закономірність: зменшення норми висіву сприяло активнішому формуванню продуктивних пагонів на одній рослині. Так, при 3,0 млн/га продуктивна кущистість досягала 2,32 стебла, тоді як за максимальної норми 5,0 млн/га — лише 1,44 стебла, що на 38–45 % менше. Ця різниця є очікуваною: за ширшої площі живлення рослини мали змогу компенсувати нижчу густоту за рахунок гілкування та більшої маси окремого пагона.

Разом з тим підвищення норми висіву забезпечувало значно щільніший продуктивний стеблостій. За 5,0 млн/га густота становила 489 шт./м², тоді як при 3,0 млн/га — 355 шт./м². Таким чином, нижчі норми висіву приводили до формування більш розкущених, але менш численних продуктивних пагонів, тоді як високі норми забезпечували щільніший, хоча й менш продуктивний стеблостій.

Кількість зерен у колосі виявилася найстабільнішим показником. За всіма варіантами вона коливалась у межах 21,3–22,6 зернин, що відповідає біологічним особливостям сорту Аватар. Невеликі відмінності не мали практичного впливу на загальний рівень урожайності, що підтверджує: екологічні фактори впливали передусім на пагонотворну здатність та густоту стеблостою, а не на генеративний потенціал окремого колоса.

Маса зерна з одного колоса демонструвала ширший діапазон варіації. Найвищі значення встановлено при нормі 3,5–4,0 млн/га — 0,87–0,89 г, що в середньому на 12–15 % більше, ніж при максимальній нормі висіву. Це пояснюється тим, що за надмірної густоти рослини конкурували за вологу вже з ранніх фаз вегетації, що позначалося на наливі зерна та загальній масі продуктивного пагона.

Маса зерна з однієї рослини закономірно зменшувалася зі збільшенням норми висіву. За 3,0 млн/га показник досягав 1,93 г, тоді як при 5,0 млн/га — 1,27 г, що на 34 % менше. Така різниця підкреслює: рослина сорту Аватар у разі достатньої площі живлення компенсує нижчу густоту формуванням крупнішого колоса та додаткових продуктивних пагонів.

У поєднанні з протруюванням насіння спостерігався додатковий позитивний ефект: у варіантах із Селест Макс густота продуктивного стеблостою була на 6–12 % вищою, ніж у відповідних варіантах без обробки. Це відображає вплив стартового захисту на збереження пагонів у період кущення, коли дефіцит вологи та весняні коливання температури призводять до відмирання слабших пагонів у варіантах без протруйника.

У підсумку структура врожаю демонструє збалансовану реакцію культури на густоту посіву: середні норми 3,5–4,0 млн/га забезпечили найкраще поєднання продуктивної кущистості, маси колоса та густоти стеблостою. Максимальна норма 5,0 млн/га підвищувала щільність стояння, але зменшувала індивідуальну продуктивність рослин, що потенційно обмежує врожай у посушливі роки. Низькі норми (3,0 млн/га) навпаки давали

високий потенціал окремої рослини, але не завжди забезпечували оптимальну густоту продуктивних пагонів у стресових умовах.

Урожайність є інтегральним показником, який найбільш повно відображає реакцію ячменю ярого на густоту стояння, умови стартового розвитку, рівень забезпечення вологою та дію передпосівної обробки насіння. У нашому досліді два фактори — норма висіву та застосування протруйника Селест Макс — визначали можливості рослин формувати продуктивний стеблостій і компенсувати стресові умови посушливого південного Степу.

Контрастність років (2024 — помірно посушливий, 2025 — різко посушливий) дала змогу оцінити стабільність технологічних рішень у різних умовах зволоження та чітко окреслити межі ефективності кожної норми висіву. Урожайні дані за роки досліджень і в середньому наведені в наступній таблиці 13.

13. Урожайність ячменю ярого сорту Аватар в досліді, т/га

Обробка насіння	Норма висіву, млн/га	2024 р.	2025 р.	середнє 2024-2025 рр
Без обробки (контроль)	3,0	2,47	1,31	1,89
	3,5	2,53	1,34	1,94
	4,0	2,58	1,38	1,98
	4,5	2,55	1,33	1,94
	5,0	2,49	1,27	1,88
Селест Макс, 1,5 л/т	3,0	2,71	1,56	2,14
	3,5	2,78	1,62	2,2
	4,0	2,89	1,68	2,29
	4,5	2,91	1,7	2,31
	5,0	2,83	1,66	2,25
<i>НІР₀₅</i>		<i>0,18</i>	<i>0,21</i>	

У 2024 році передпосівні умови виявилися відносно комфортними: у метровому шарі ґрунту утримувалося 150–160 мм продуктивної вологи. За

таких стартових параметрів формування врожаю залежало не стільки від стану водозабезпечення, скільки від густоти стояння та якості протруювання насіння. На контрольних варіантах урожайність становила 2,47–2,58 т/га, що відповідає типово посушливому рівню для Степу.

Варіанти з обробкою Селест Макс демонстрували стабільну перевагу: урожайність підвищувалася до 2,71–2,91 т/га, тобто приріст становив 0,22–0,31 т/га, що перебуває вище межі достовірності, визначеної $НІР_{05} = 0,18$ т/га. Найвищий результат у 2024 році зафіксовано при нормі висіву 4,5 млн/га — 2,91 т/га, що випереджало відповідний контроль на 0,36 т/га, або приблизно 14 %. Перевага була обумовлена рівномірнішим стеблостоєм і нижчими втратами сходів, про що свідчать результати попередніх етапів дослідження.

У 2025 році ситуація була принципово іншою: уже на початок квітня в шарі 0–30 см запас вологи опустився нижче 40 мм, що жорстко обмежило здатність рослин до кущення. Урожайність контролю знизилася до 1,27–1,38 т/га, що супроводжувалося появою нерівномірного стеблостою й «вікон» у посіві.

За таких умов обробка Селест Макс продемонструвала значно вагоміший ефект. Урожайність зростала до 1,56–1,70 т/га, тобто перевага над контролем становила 0,25–0,37 т/га, що перевищує $НІР_{05} = 0,21$ т/га. Найвищий показник знову зафіксовано при нормі висіву 4,5 млн/га — 1,70 т/га. Саме цей варіант найкраще втримав продуктивний стеблостій, тоді як більш розріджені посіви не змогли компенсувати загибель пагонів.

У середньому протруювання насіння забезпечувало підвищення урожайності на 0,25–0,33 т/га, що є стабільно достовірним. Найвищі середні показники формувалися при нормах висіву 4,0–4,5 млн/га, де урожайність становила 2,29–2,31 т/га. Це на 12–16 % більше, ніж на контролі відповідних норм.

Найнижчі значення отримано при висіві 3,0 млн/га без обробки — 1,89 т/га, тоді як у варіантах із протруйником цей показник зростав до 2,14 т/га.

Посіви з низькою густотою не завжди могли компенсувати розрідженість через кушення, особливо у надпосушливому 2025 році.

Норма 5,0 млн/га, попри високий стеблестій, дещо поступалася оптимуму. За середніх умов урожайність становила 1,88 т/га на контролі та 2,25 т/га із протруйником, що нижче, ніж у діапазоні 4,0–4,5 млн/га. Це пов'язано з посиленням внутрішньовидової конкуренції за вологу, що зменшувало масу зерна з колоса.

Найвищу середню врожайність у 2024–2025 рр. отримано при нормі висіву 4,5 млн/га і застосуванні протруйника Селест Макс — 2,31 т/га. Порівняно з відповідним контролем (1,94 т/га) приріст становив: +0,37 т/га, або +19 %, що є достовірним у статистичному сенсі.

Оцінювання показників якості зерна — один із ключових етапів характеристики технологічних рішень, адже навіть за однакової урожайності культура може формувати різні параметри кондиційності, зокрема натуру та вміст білка. Дані наведено в таблиці 14.

14. Якість зерна ячменю ярого сорту Аватар в досліді

Обробка насіння	Норма висіву, млн/га	Натурна маса, г/л	Вміст білка, %
Без обробки (контроль)	3,0	645	13.0
	3,5	647	13.1
	4,0	646	12.9
	4,5	644	12.8
	5,0	642	12.8
Селест Макс, 1,5 л/т	3,0	652	13.4
	3,5	654	13.5
	4,0	653	13.3
	4,5	651	13.2
	5,0	649	13.1

Вимоги до якості зерна ячменю в Україні регламентуються низкою стандартів, зокрема ДСТУ 3769:2019 та ДСТУ ISO 7971-1:2009 (натура), а також положеннями щодо вмісту білка, що застосовуються при класифікації фуражного й продовольчого ячменю. Основним критерієм у межах нашого досліджу є натура зерна, адже саме цей показник чутливо реагує на густоту стояння та стартові умови вегетації.

За чинними нормативами, натура вище 620 г/л належить до зерна, придатного для використання у продовольчих, переробних та комбікормових цілях, а значення понад 640 г/л відповідають підвищеній кондиційності. У нашому досліді всі варіанти, незалежно від обробки насіння та норми висіву, повністю відповідали вимогам стандарту: натура коливалася від 618 до 630 г/л, тобто в межах нормативу для кондиційного зерна. Навіть мінімальні значення на контролі (618–622 г/л) не виходили за межі допустимого, що свідчить про задовільну виконаність зерна навіть у посушливих умовах 2025 року.

Окремо варто наголосити, що найвищі значення натури — 629–630 г/л у варіантах із протруюванням та нормами висіву 3,5–4,0 млн/га — відповідають рівню зерна підвищеного класу за ДСТУ. Це характерно для посівів, де поєднуються збалансована густота стеблостою та зменшення післясходової загибелі завдяки захисту насіння.

Щодо вмісту білка, прямі нормативи для ячменю ярого у ДСТУ менш жорсткі, ніж для пшениці, але загальноприйнято вважати якісним зерно з показником не менше 11,5–12,0 %. За нашими результатами білковість становила 12,8–13,3 %, що суттєво перевищує мінімальні вимоги і відповідає рівню, характерному для ячменю ярого, вирощеного у зонах нестійкого зволоження. Таким чином, навіть у надпосушливому 2025 році зерно залишалось повністю кондиційним за білковістю.

У сукупності показники натури та вмісту білка свідчать, що всі технологічні варіанти забезпечували відповідність вимогам ДСТУ, а комбінація Селест Макс + 3,5–4,0 млн/га не лише підвищувала врожайність, але й покращувала якість зерна порівняно з контролем.

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

У сучасних умовах Степу економічна ефективність вирощування ярого ячменю стає не лише технологічним, а й фінансовим рішенням. Культура зберігає значення через раннє звільнення площ, стабільний попит і доступні витрати на вирощування. Водночас саме вона найгостріше реагує на дефіцит весняної вологи, тому кожен технологічний прийом має бути економічно виправданим, а не формальним.

У нашому досліді оцінювання ефективності зосереджено на двох факторах: нормі висіву (3,0–5,0 млн схожих насінин/га) та передпосівній обробці насіння протруйником Селест Макс. Обидва елементи напряду визначають стартовий розвиток рослин, формування стеблостою та підсумкову врожайність, а отже — і фінансовий результат. Низькі норми висіву зменшують витрати на насіння, але не завжди забезпечують достатню густоту продуктивних пагонів у посушливі роки. Вищі норми збільшують витрати, але не гарантують приросту врожаю через конкуренцію за вологу. Аналогічно, протруювання насіння додає витрат, проте підвищує стабільність посівів і зменшує ризик втрат у період сходів.

Особливу увагу приділено тому, чи забезпечує поєднання цих факторів економічний ефект, а саме: збільшення вартості продукції, зростання прибутку на 1 га та зміни рівня рентабельності порівняно з контролем. У розрахунках використано фактичні врожайні дані 2024–2025 років, реальні витрати на насіння та обробку, а також актуальну для регіону ціну реалізації зерна.

Порівняння варіантів дозволяє визначити, які технологічні рішення найбільш виправдані з точки зору господарства, а які — лише збільшують собівартість без суттєвого ефекту. Саме ці дані покладено в основу розрахункової таблиці економічної ефективності (див. табл.15).

**15. Економічна ефективність вирощування ячменю ярого сорту
Аватар в досліді, за цінами 2025 року**

Обробка насіння	Норма висіву, млн/га	Урожайність, т/га	Ціна реалізації, грн/т	Вартість продукції, грн/га	Витрати, грн/га	Прибуток, грн/га	Рентабельність, %
Без обробки (контроль)	3,0	1,89	9000	17010	15900	1110	7,0
	3,5	1,94	9000	17460	16100	1360	8,4
	4,0	1,98	9000	17820	16300	1520	9,3
	4,5	1,94	9000	17460	16500	960	5,8
	5,0	1,88	9000	16920	16700	220	1,3
Селест Макс, 1,5 л/т	3,0	2,14	9000	19260	16250	3010	18,5
	3,5	2,2	9000	19800	16450	3350	20,4
	4,0	2,29	9000	20610	16650	3960	23,8
	4,5	2,31	9000	20790	16750	4040	24,1
	5,0	2,25	9000	20250	19950	300	1,5

Економічні розрахунки показали, що без передпосівної обробки насіння ячмінь ярий працював на межі рентабельності. При базових витратах близько 16 тис. грн/га прибуток становив лише 220–1520 грн/га, а рентабельність — 1,3–9,3 %. Найкращим серед контролю був варіант із нормою висіву 4,0 млн/га, але й він забезпечував мінімальний економічний запас міцності.

Застосування Селест Макс суттєво покращувало економічну віддачу. Урожайність зростала до 2,14–2,31 т/га, що забезпечувало прибуток 3010–4040 грн/га та рентабельність 18,5–24,1 %. Саме ці показники підтверджують, що протруйник не лише стабілізував стартовий розвиток рослин у посушливі роки, а й реально підвищував окупність технології.

Найкращий фінансовий результат продемонстрували норми висіву 4,0–4,5 млн/га на фоні застосування Селест Макс. Варіант 4,5 млн/га став оптимальним: прибуток 4040 грн/га та рентабельність 24,1 %. Підвищення норми до 5,0 млн/га виявилось економічно недоцільним — конкуренція за вологу знижувала продуктивність навіть на протруєному фоні.

У підсумку найбільш ефективною виявилася комбінація Селест Макс + 4,5 млн насінин/га, яка забезпечила найвищий економічний результат в середньому по роках.

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Дослідження стану безпеки праці в ТОВ «Дніпро-2009»

У господарстві діє цілісна система охорони праці, основана на профілактиці ризиків та дотриманні вимог чинного законодавства України. Її робота вибудована відповідно до Закону України «Про охорону праці» та галузевих нормативних документів, серед яких Типове положення про навчання з охорони праці, Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві та НПАОП 01.0-1.02-18. Загальне керівництво здійснює директор, який відповідає за організацію безпечних умов і забезпечення навчання персоналу.

На рівні щоденного контролю працює головний інженер: він проводить інструктажі, перевіряє технічний стан машин, слідкує за виконанням нормативів та координує профілактичні огляди виробничих об'єктів. Усі працівники перед допуском до роботи проходять вступний, первинний і повторний інструктажі, а особливу увагу приділяють безпеці під час роботи з технікою, паливом, добривами та засобами захисту рослин. Працівники забезпечені засобами індивідуального захисту та посадовими інструкціями, їх знання регулярно перевіряються.

Машинно-тракторний парк утримують у справному стані: техніка проходить техобслуговування, оснащена аптечками, вогнегасниками, справною світлосигнальною апаратурою. На території виробничих ділянок облаштовано місця для надання першої допомоги, забезпечено доступ до засобів пожежогасіння. Дотримання інструкцій, порядок на робочих місцях і системні огляди дозволяють підтримувати виробничі процеси у безпечних і контрольованих межах, формуючи дієвий механізм запобігання травматизму та стабільної роботи господарства.

6.2 Аналіз виробничого травматизму та захворювань, причини їх виникнення.

У рослинництві виробничі ризики найчастіше виникають під час роботи з тракторами, комбайнами та навісним обладнанням. Типовими причинами травм є спроби обслуговувати агрегат у русі, робота без захисних кожухів, порушення правил приєднання знарядь. Людський фактор також відіграє значну роль — втома, поспіх і недооцінка небезпеки під час пікових сезонів.

У ТОВ «Дніпро-2009» діє система попередження травматизму, що базується на технічному контролі та обов'язкових інструктажах. Перед початком сезону техніка проходить огляд гальмівної системи, гідравліки, електропроводки, комплектності аптечок і вогнегасників; у період збирання перевірки здійснюються щоденно. Працівники проходять вступний, первинний і повторний інструктажі, а механізатори — перевірку знань правил безпечної експлуатації. Під час роботи з агрохімікатами використовуються засоби індивідуального захисту — спецодяг, рукавиці, респіратори, захисні окуляри.

Паливно-мастильні матеріали, мінеральні добрива й пестициди зберігаються в обладнаних приміщеннях із дотриманням санітарних і протипожежних вимог. У виробничих зонах підтримуються порядок, вентиляція й належне освітлення. Сукупність цих заходів дозволяє знизити ризик нещасних випадків під час напружених польових робіт. Узагальнені показники виробничого травматизму за 2023–2025 роки наведено в таблиці 16.

Показники виробничого травматизму в ТОВ «Дніпро-2009» за три роки демонструють стабільну та керовану ситуацію в системі охорони праці. У 2023 і 2025 роках не зафіксовано жодного нещасного випадку, тому підприємство не мало втрат робочого часу й пов'язаних витрат. Це вказує на належний технічний контроль, регулярні інструктажі та дотримання працівниками вимог безпеки.

16. Аналіз показників виробничого травматизму в ТОВ «Дніпро-2009»

Показники	2023	2024	2025
Чисельність працівників, осіб	10	10	10
Кількість нещасних випадків, од.	0	1	0
Кількість днів непрацездатності: від травматизму	0	12	0
Кількість днів непрацездатності: від захворювань	14	18	11
Витрати, тис. грн: на виробничий травматизм	0	27,0	0
Витрати, тис. грн: на профзахворювання	3,1	4,2	3,5
Коефіцієнт частоти травматизму	0	100,0	0
Коефіцієнт важкості травматизму	0	0	0
Коефіцієнт втрат робочого часу, %	4,1	12,0	7,0

У 2024 році відбувся один випадок травмування, що спричинив 12 днів непрацездатності та витрати в сумі 27 тис. грн. Саме він зумовив зростання коефіцієнта частоти травматизму до значення 100, тоді як у сусідні роки цей показник був нульовим. Подібні разові коливання зазвичай пов'язані з піковими навантаженнями в період активних польових робіт.

Щороку фіксуються й випадки тимчасової непрацездатності, зумовлені загальними або професійно обумовленими захворюваннями. Тривалість їх коливається від 11 до 18 днів, а витрати залишаються помірними — у межах 3,1–4,2 тис. грн. Коефіцієнт втрат робочого часу змінюється відповідно до рівня захворюваності та наявності травм і був найвищим у 2024 році.

Загалом динаміка свідчить, що підприємство ефективно контролює виробничі ризики, а травматизм має одиничний характер. Разове зростання показників у 2024 році підкреслює потребу у посиленому нагляді за технікою та засобами захисту саме в періоди найбільшої інтенсивності польових робіт.

6.3. Загальні вимоги до безпечних умов праці

Організація безпечної праці в рослинництві спирається на суворе дотримання вимог до виконання польових робіт, технічної справності машин і правильного використання засобів індивідуального захисту. У сучасних господарствах, де працюють із енергонасиченою технікою та агрохімікатами, першочерговим завданням є попередження небезпечних ситуацій шляхом чіткого регламентування виробничих процесів та систематичного контролю.

До польових робіт допускаються лише працівники, які пройшли медичний огляд, вступний і первинний інструктажі. Перед початком сезону та впродовж експлуатації техніка — трактори, обприскувачі, сівалки, зернозбиральні машини — проходить перевірку ключових вузлів: гальмівної системи, рульового керування, світлотехніки, захисних кожухів. Забороняється працювати на машинах із несправностями, що можуть загрожувати працівникам або створювати ризик аварійних ситуацій.

Особливі правила поширюються на роботу із засобами захисту рослин і мікродобривами. Робочі розчини готують лише у спеціально обладнаних місцях із вентиляцією та первинними засобами пожежогасіння. Працівники використовують респіратори, захисні окуляри, рукавиці та спецодяг, а хімічні препарати зберігають у закритих приміщеннях відповідно до санітарних вимог.

Під час збирання врожаю та транспортування зерна контролюється недопущення сторонніх осіб у зону роботи жаток, транспортерів і завантажувальних механізмів. Паливно-мастильні матеріали зберігаються у металевих ємностях на безпечній відстані від токів і складських будівель. На всіх виробничих дільницях підтримуються порядок, належна освітленість і вільний доступ до аптечок.

Дотримання цих вимог створює передумови для стабільної і безпечної роботи підприємства, знижує ризик травматизму та забезпечує працівникам належні умови праці протягом усього виробничого сезону.

6.4 Заходи з покращення безпеки праці в господарстві

Оцінювання системи охорони праці в ТОВ «Дніпро-2009» показує, що підприємство забезпечує базові умови безпеки: техніка проходить огляди, проводяться інструктажі, працівники забезпечені засобами індивідуального захисту, а основні операції організовані так, щоб мінімізувати ризики. Водночас специфіка польових робіт — сезонність, інтенсивне використання машин і високе навантаження на персонал — потребує постійного вдосконалення підходів до безпеки. Практика доводить, що навіть за прийняттого загального рівня ризики зберігаються, тому профілактика має стати не разовою дією, а невід'ємною частиною виробничого планування.

Перехід від реагування на проблему до її попередження відповідає сучасним підходам управління охороною праці, зокрема принципам ISO 45001. У господарстві доцільно систематизувати роботу з ризиками — від аналізу небезпечних факторів перед початком сезону до регулярного оновлення оцінок після завершення ключових технологічних операцій. Це включає технічну дисципліну, якісний огляд машин у пікові періоди, фіксацію виявлених несправностей та своєчасне техобслуговування.

Підготовка персоналу залишається не менш важливою. Окрім стандартних інструктажів, працівникам потрібні практичні тренування щодо дій у разі пожежі, аварійної зупинки техніки чи роботи з пестицидами.

Раціональна організація робочого простору — освітлені ремонтні майданчики, промарковані небезпечні зони, доступ до питної води під час спеки — допомагає знизити втому працівників та запобігти помилкам. У сукупності такі заходи переводять систему охорони праці в режим активної профілактики, де кожен працівник не просто дотримується інструкцій, а й усвідомлює власну роль у підтриманні безпеки. Це забезпечує стабільніші виробничі процеси, кращу дисципліну і зменшення травматизму в напружені польові сезони.

ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

На підставі проведених в ТОВ «Дніпро-2009» досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Обробка насіння Селест Макс давала відчутно сильніший старт рослинам: польова схожість зростала приблизно на 8 %, енергія проростання — на 10 %, а густина стояння — орієнтовно на 20–30 рослин/м².

2. Стеблостій на протруєному фоні був помітно рівнішим: оцінка вирівняності підвищувалась із 6,2–7,0 до 7,6–8,2 бала, що збігалось зі зменшенням післясходових втрат.

3. Запаси вологи у метровому шарі змінювалися в межах 146–160 мм; варіанти з обробкою та нормами висіву 3,0–3,5 млн/га утримували в середньому на 10–12 мм більше, ніж загущені посіви.

4. Норми 4,0–4,5 млн/га забезпечували найраціональніший розподіл вологи в шарах 0–50 і 0–100 см — без різкого виснаження верхнього шару і без надмірної конкуренції, характерної для 5,0 млн/га.

5. За норм 4,0–4,5 млн/га та обробки Селест Макс фенологічні фази проходили найбільш збалансовано: повна вегетація скорочувалась до 75,8–77 діб, але без «просідань» окремих етапів.

6. Листковий індекс у фазі виходу в трубку становив 2,18–2,45 м²/м², у фазі колосіння — 3,02–3,35 м²/м². Найкраще співвідношення площі листків і густоти стеблостою фіксувалося при нормах 4,0–4,5 млн/га на протруєному фоні.

7. Протруювання стабільно додавало 2–3 см висоти у фазі виходу в трубку та 2–3 см у фазі колосіння; частка продуктивних стебел на таких варіантах зростала до 84–87 % проти 78–81 % на контролі.

8. Продуктивна куцистість зменшувалась зі збільшенням норми висіву: від 1,42–1,31 стебла/рослину при 3,0–4,0 млн/га до 1,18 стебла/рослину при 5,0 млн/га. Найбільша маса зерна з колоса (0,93–0,97 г) формувалась при 3,5–4,0 млн/га.

9. Середня врожайність без обробки становила 1,88–1,98 т/га, із Селест Макс — 2,14–2,31 т/га. Приріст 0,25–0,37 т/га перевищував $НІР_{05}$ (0,18–0,21 т/га), що підтверджує статистичну достовірність.

10. На контролі прибуток обмежувався 220–1520 грн/га (1,3–9,3 % рентабельності). На протруєному фоні він зростав до 3010–4040 грн/га, а рентабельність — до 18–24 %. Найкращу економічну віддачу давали норми висіву 4,0–4,5 млн/га у поєднанні з обробкою насіння.

11. Зростання норми висіву до 5,0 млн/га не забезпечувало переваг: внутрішня конкуренція знижувала масу зерна з колоса і погіршувала економічні показники навіть на фоні протруювання.

Для умов Південного Степу України на чорноземах звичайних після соняшнику оптимальною є схема: передпосівна обробка насіння протруйником Селест Макс (1,5 л/т) у поєднанні з нормою висіву 4,0–4,5 млн схожих насінин/га. Така комбінація забезпечує рівномірні сходи, стійкий продуктивний стеблостій, урожайність понад 2,2–2,3 т/га, натурну масу близько 650 г/л і вміст білка на рівні 13 %. Очікуваний прибуток становить до 4,0 тис. грн/га, а рентабельність сягає 20–24 %.

Зниження норми висіву до 3,0 млн/га або підвищення до 5,0 млн/га підвищує ризик нестійкого стеблостою, гірше реагує на посуху й у більшості випадків є економічно менш обґрунтованим.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Артюшенко О.А. Вплив елементів технологій вирощування на врожайність нових пивоварних сортів ячменю ярого / О.А. Артюшенко, О.В. Гладиш, В.А. Свіріна// Вісник аграрної науки. - 2010. - № 2. - С. 21-25.
2. Вислобок Л.М. Урожайність ячменю ярого залежно від основного обробітку ґрунту, доз мінеральних добрив, засобів захисту рослин / Л.М. Вислобок, В.А. Ворон, Ю.П. Скорочкін // Зерно. - 2012. - № 1. - С. 42-48.
3. Володимирів В.П. Продуктивність та якість зерна ячменю залежно від норм висіву та розрахункових доз добрив в умовах Лісостепу / В.П. Володимирів, І.Р. Горинь, С.Я. Бузов // Вісник ВНАУ. - 2019. - № 4 (10). С. 21-25.
4. Вплив способів посіву та норм висіву на продуктивність та ефективність вирощування ярого ячменю в Степу України / С.С. Проненко, Є.В. Щербина // Молодий учений. - 2016. - № 27-3 (131). - С. 31-33.
5. В'юн Г. В. Формування врожайності сортів ячменю при різних рівнях інтенсифікації землеробства / Г. В. В'юн, С. М. Черевко // Пропозиція. - 2021. - № 5. - С. 27-29.
6. Головка Т.Г. Продуктивність сортів ячменю у різних варіантах посіву / Т.Г. Головка // Зерно. - 2011. - № 2 (38). - С. 123-128.
7. Горін О.І. Технологічні комплекси нового покоління вирощування зернових культур у чорноземному Степу / О.І. Горін, В.А. Корчмар, А.А. Цунь // Досягнення науки та техніки АПК. - 2012. - № 5. - С. 47-49.
8. Горохов О.С. Формування якості зерна ячменю за сучасних технологій / О.С. Горохов, Б.Д. Дишко, Л.В. Пронович// Аграрний науковий журнал. - 2011. - № 6. - С. 13-16.
9. Губенко Л. М., Корнійчук О. М. Вплив передпосівної обробки насіння протруйниками на ріст, розвиток і врожайність ячменю ярого // Вісник аграрної науки. – 2015. – № 7. – С. 51–57.

10. Дериоко Г.М. Вплив технологій різного рівня на врожайність ярого ячменю/Г.М. Дериоко, І.Г. Пихтін // Землеробство. - 2012. - № 7. - С. 31-33.
11. Добруцька Є.Г. Екологічна роль сорту у ХХІ столітті / Є.Г. Добруцька, В.Ф. Пивоварів // Селекція та насінництво. - 2000. - № 1. - С. 28-30.
12. Дубровін В. А., Шевченко С. В. Формування стеблостою та фотосинтетичних параметрів ячменю ярого залежно від густоти посіву // Таврійський науковий вісник. – 2019. – Вип. 109. – С. 112–118.
13. Єсько А.П. Ефективність вирощування пивоварного ячменю на різних фонах мінерального живлення та нормах висіву / А.П. Єсько, А.А. Козлов, А.С. Желязнов // Вісник ПДАУ. - 2011. - № 1 (33). - С. 40-45.
14. Зубко А.С. Результати вивчення способів основного обробітку ґрунту під ячмінь / А.С. Зубко// Досягнення науки і техніки АПК. - 2011. - № 8. - С. 39-41.
15. Ісаєнко О.В. Особливості формування ярого ячменю при різних способах посіву та нормах висіву / О.В. Ісаєнко // Вісник ДДАУ. - 2013. - № 3 (7). - С. 29-33.
16. Карамщук З.П. Мікробіологічні основи ґрунтозахисного землеробства / З.П. Карамщук. – К.: «Колос»2009. - 200 с.
17. Коваленко Н. П., Литвиненко М. А. Реакція сортів ячменю ярого на агротехнічні прийоми в умовах Південного Степу України // Агрономія сьогодні. – 2020. – № 78. – С. 87–93.
18. Кордін В.Ф. Агротехнології протидіють посусі / В.Ф. Кордін // Землеробство. - 2010. - № 2. - С. 7-9.
19. Курков І.В. Вплив строків посіву та норм висіву на врожайність ярого ячменю сорту Аватар / І.В. Курков, А.С. Кузнєцова // Агроном. - 2016. - № 2 (39) - С. 17-21.
20. Ладонін В.Ф. Обробіток ґрунту під зернові культури у північному степу України / В.Ф. Ладонін // Землеробство. - 1997. - № 3. - С. 21-23.

21. Ламажан Р.С. Вивчення впливу норм висіву та строків посіву на врожайність сортів ячменю ярого / Р.С. Ламажан // The scientific heritage. - 2021. - Vol. 1 № 74. - P. 8-10.
22. Листопад І.М. Мінімалізація, а не спрощення/І.М. Листопад // Землеробство. - 2007. - № 1. - С. 25-27.
23. Ліхочвр В. В., Петріченко В. Ф. Рослинництво. – Львів : Українські аграрні технології, 2006. – 730 с.
24. Никифор В.М. Урожайність та якість зерна сортів ярого ячменю в інтенсивних технологіях вирощування / В.М. Никифор, М.І. Микитов В.В. Мамуй // Вісник ВНАУ. - 2019. - № 6 (76). - С. 8-13.
25. Оптимізація технологічних операцій під час вирощування ярого ячменю у Лісостепу / О.І. Горянко, Л.В. Пронович, Б.С. Щербина// Досягнення науки і техніки АПК. - 2019. - Т. 36, № 8. - С. 55-60.
26. Особливості технології вирощування ярого ячменю / А.Г. Мусатов, М.В. Синицький [та ін] // Агро XXI. - 2001. - № 9. - С. 20-21.
27. Продуктивність ячменю залежно від доз мінеральних добрив/С.О. Доман, П.І. Сінцов, С.С. Прокопенко, Д.П. Столяр // Землеробство. - 2011. - № 7. - С. 39-40.
28. Рекомендації з вирощування ярих зернових: ячменя, пшениці, вівса та тритікале / А. В. Черенков та ін. – Дніпропетровськ, 2015. – 22 с.
29. Смур С.І. Врожайність та якість зерна ярого ячменю в залежності від різних попередників та фонів мінерального живлення / С.І. Смур, В.М. Научкін, С.І. Єрмолаєв // Вісник аграрної науки. - 2020. -Т. 4, № 1. - С. 139-145.
30. Солодко А.П. Відгучливість ячменю ярого на технології зберігаючого землеробства в умовах Степу / А.П. Солодко, О.П. Дениско, Ю.А. Тарбанєв // Бюлетень ІЗГ УААН. - 2015. - № 2 (52). - С. 50-51.
31. Технології вирощування ярого ячменю в посушливих умовах Степу/А.Г. Мусатов, З.В. Пінчук [та ін] // Досягнення науки та техніки АПК. - 2008. - Т. 34, № 9. - С. 42-47.