

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Агрономічний факультет
Спеціальність 201 «Агрономія»
Освітньо-професійна програма «Агрономія»

«Допускається до захисту»
Завідувач кафедри загального
землеробства та ґрунтознавства
к.с.-г.н., доцент Олександр МИЦІК

“ _____ ” _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на здобуття освітнього ступеня «Магістр» на тему:
ВПЛИВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА
ВРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА ЯЧМЕНЮ ЯРОГО В УМОВАХ
ФЕРМЕРСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА «ОЛЛА»
КАМ'ЯНСЬКОГО РАЙОНУ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Здобувач _____ Денис КУКАРСЬКО

Керівник кваліфікаційної роботи
професор _____ Сергій ШЕВЧЕНКО

Дніпро 2025

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Агрономічний факультет
Кафедра загального землеробства та ґрунтознавства
Спеціальність 201 «Агрономія»
Освітньо-професійна програма «Агрономія»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри загального
землеробства та ґрунтознавства
к.с.-г.н., доцент Олександр МИЦИК

(підпис)

“ _____ ” _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

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

Кукарєка Дениса Олеговича

- 1. Тема роботи:** Вплив основного обробітку ґрунту на врожайність зерна ячменю ярого в умовах фермерського господарства «ОЛЛА» Кам'янського району Дніпропетровської області
- 2. Термін подачі здобувачем завершеної кваліфікаційної роботи на кафедру** “ _____ ” _____ 2025 р.
- 3. Вихідні дані для роботи:**
 - с.-г. підприємство – фермерського господарства «ОЛЛА»
 - сільськогосподарська культура – ячмінь ярий
- 4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їй належить розробити)** охарактеризувати агрометеорологічні умови періоду досліджень за даними найближчої метеостанції (суми опадів, температурний режим, гідротермічний коефіцієнт) і оцінити їх можливий вплив на ярий ячмінь; закласти двофакторний польовий дослід у схемі split-plot з трьома повтореннями для порівняння систем основного обробітку (оранка 23–25 см; дискування 10–12 см) у поєднанні з сортами МІП Акцент та Ілот; забезпечити рендомізацією й належні захисні смуги; сформулювати виробничі рекомендації щодо технології вирощування ярого ячменю на звичайних чорноземах Північного Степу з урахуванням охорони праці та ресурсозбереження

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

Генеральний план-схема землекористування господарства, схема полів господарства з експлікацією, схема сівозміни та розміщення культур по роках

6. Дата видачі завдання: _____

Керівник
кваліфікаційної роботи

_____ Сергій ШЕВЧЕНКО
(підпис)

Завдання прийняв
до виконання

_____ Денис КУКАРСЬКО
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд літератури	09.09.2024 – 20.09.2024	виконано
2	Умови та методика проведення досліджень	01.10.2024 – 15.12.2024	виконано
3	Результати досліджень	11.10.2025 – 10.11.2025	виконано
4	Економічна ефективність	15.11.2025 – 20.11.2025	виконано
5	Охорона праці	20.11.2025 – 27.11.2025	виконано

Здобувач

_____ Денис КУКАРСЬКО
(підпис)

Керівник
кваліфікаційної роботи

_____ Сергій ШЕВЧЕНКО
(підпис)

ЗМІСТ

	стр.
РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО (Огляд літератури)	10
1.1. Значення ярого ячменю в аграрному секторі та показники його посівних і урожайних властивостей	10
1.2. Роль основного обробітку ґрунту у відновленні родючості та формуванні урожайності ярого ячменю	16
РОЗДІЛ 2. УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	21
2.1. Характеристика ґрунтів дослідної ділянки	21
2.2. Агрометеорологічна характеристика періоду досліджень	24
2.3. Методика проведення досліджень	27
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	32
3.1. Роль основного обробітку у формуванні щільності складення ґрунту	32
3.2. Вплив способів основної обробки на пористість ґрунту	35
3.3. Зміна вологості ґрунту під впливом основного обробітку	36
3.4. Фактична забур'яненість посівів ячменю ярого залежно від різних способів основного обробітку ґрунту	39
3.5. Вплив способів основного обробітку ґрунту на біометричні показники ярого ячменю	41
3.6. Формування врожайності ярого ячменю під впливом основного обробітку ґрунту	44
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНА ЯЧМЕНЮ ЯРОГО	47
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ	50
5.1. Дослідження стану охорони праці в фермерському господарстві	50

5.2. Аналіз виробничого травматизму в фермерському господарстві	50
5.3. Вимоги охорони праці під час перемішування, заправки та внесення пестицидів	52
5.4. Заходи з покращення стану охорони праці в фермерському господарстві	56
ВИСНОВКИ	61
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	65

РЕФЕРАТ

Тема дипломної роботи. Вплив основного обробітку ґрунту на врожайність зерна ячменю ярого в умовах фермерського господарства «ОЛЛА» Кам'янського району Дніпропетровської області

Об'єкт вивчення. Процеси формування родючості та продуктивності агроценозу ярого ячменю на звичайному чорноземі за різних систем основного обробітку.

Предмет дослідження. Показники фізичного стану орного шару (щільність складення, пористість, вологість), забур'яненість посівів, біометричні параметри рослин, урожайність і економічні показники за полицевого та мінімального обробітків у сортів МПП Акцент і Ілот.

Методи дослідження. Польовий двофакторний дослід у схемі розщеплених ділянок з триразовою повторністю у ФГ «ОЛЛА» Кам'янського району Дніпропетровської області.

Наукова новизна досліджень. Сформовано технологічну рекомендацію для чорноземів Північного Степу: комбінація «полицева оранка 23–25 см × МПП Акцент» забезпечує найкращий баланс «фізична структура – конкурентність посіву – урожайність – собівартість» і максимізує економічний результат (собівартість 5 973 грн/т; прибуток 11,2 тис. грн/га; рентабельність 60,7 %).

Кваліфікаційна робота складається із вступу, 5 розділів, висновків і рекомендацій виробництву, списку використаних літературних джерел. Загальний обсяг роботи 71 сторінок комп'ютерного тексту, включаючи 12 таблиць. Список використаних джерел складається з 55 найменувань.

Ключові слова: ОБРОБІТОК ГРУНТУ, БІОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ, ЯРИЙ ЯЧМІНЬ, ВРОЖАЙНІСТЬ, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ.

ВСТУП

Актуальність теми. Ярий ячмінь є однією з базових культур України, що забезпечує харчовий, кормовий та пивоварний напрями і стабільно входить до структури посівів Степової зони завдяки короткому вегетаційному періоду та екологічній пластичності. За умов кліматичних змін, дефіциту зимово-весняної вологи й підвищеної міжрічної мінливості погоди вибір системи основного обробітку ґрунту та добір адаптованого сорту стають ключовими важелями керування водним, повітряним і поживним режимами орного шару, конкурентоспроможністю посіву проти бур'янів і, зрештою, економікою виробництва. На звичайних чорноземах проблема ущільнення, деградації структури та підвищених втрат вологи в міжфазні періоди безпосередньо обмежує стартовий ріст ячменю, формування продуктивного стеблостою і налив зерна. Тому науково обґрунтоване порівняння полицевого та мінімального (безполицевого) обробітків у поєднанні з сучасними сортами саме в реальних господарських умовах є своєчасним і практично значущим завданням.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження виконано у руслі проблематики сталого землеробства Степової зони та ресурсозбережних технологій вирощування ярих зернових, узгодженої з державними й галузевими пріоритетами з охорони родючості ґрунтів, адаптації технологій до посушливих умов та підвищення енергоефективності агровиробництва. Робота тематично відповідає завданням кафедри НДР щодо оптимізації систем обробітку ґрунту під ярі культури та удосконалення сортотехнологічних рішень для звичайних чорноземів.

Мета досліджень. Науково обґрунтувати та кількісно оцінити вплив способів основного обробітку ґрунту (полицевий обробіток - оранка 23–25 см; мінімальний - дискування 10–12 см) у поєднанні з сортовим чинником (МПП Акцент, Ілот) на фізичні властивості чорнозему, актуальну забур'яненість, біометричні показники, урожайність та економічну ефективність

виросування ярого ячменю в умовах Північного Степу.

Для досягнення поставленої мети передбачено виконати такі **завдання**:

- провести ґрунтово-агрохімічну характеристику дослідного поля ФГ «ОЛЛА» (Кам'янський р-н, Дніпропетровська обл.) та описати його морфологічну будову, гранулометричний склад, забезпеченість елементами живлення й реакцію ґрунтового розчину;

- охарактеризувати агрометеорологічні умови періоду досліджень за даними найближчої метеостанції (суми опадів, температурний режим, гідротермічний коефіцієнт) і оцінити їх можливий вплив на ярий ячмінь;

- закласти двофакторний польовий дослід у схемі split-plot з трьома повтореннями для порівняння систем основного обробітку (оранка 23–25 см; дискування 10–12 см) у поєднанні з сортами МПП Акцент та Ілот; забезпечити рендомізацією й належні захисні смуги;

- визначити вплив способу основного обробітку на щільність складення ґрунту (метод різальних кілець) та загальну пористість у шарі 0–30 см у динаміці: «після обробітку», «перед сівбою», «після збирання»;

- оцінити профільну вологість ґрунту термостатно-ваговим методом (0–100 см) та розрахувати запаси продуктивної вологи за шарами і в середньому по профілю;

- встановити фактичну забур'яненість посівів у ключові фенологічні фази (вихід у трубку, повна стиглість) за чисельністю та повітряно-сухою масою бур'янів у розрізі сортів і способів обробітку;

- виміряти біометричні показники рослин (загальна та продуктивна кущистість, висота, довжина колоса), елементи структури врожаю та визначити врожайність і базові показники якості зерна (натура, маса 1000 зерен, вміст сирого протеїну);

- здійснити дисперсійний аналіз (ANOVA) для схеми split-plot з оцінкою ефектів факторів А (сорт), В (обробіток) та їх взаємодії А×В; встановити істотність відмін за критерієм $HP_{0,05}$;

- провести економічну оцінку варіантів (валова виручка, виробничі

витрати, собівартість 1 т, умовно чистий прибуток, рівень рентабельності) та визначити економічно оптимальну комбінацію «сорт × обробіток»;

- сформулювати виробничі рекомендації щодо технології вирощування ярого ячменю на звичайних чорноземах Північного Степу з урахуванням охорони праці та ресурсозбереження.

Об'єкт вивчення. Процеси формування родючості та продуктивності агроценозу ярого ячменю на звичайному чорноземі за різних систем основного обробітку.

Предмет дослідження. Показники фізичного стану орного шару (щільність складення, пористість, вологість), забур'яненість посівів, біометричні параметри рослин, урожайність і економічні показники за полицевого та мінімального обробітків у сортів МПП Акцент і Ілот.

Методи дослідження. Польовий двофакторний дослід у схемі розщеплених ділянок з триразовою повторністю у ФГ «ОЛЛА» (Кам'янський р-н, Дніпропетровська обл.). Вологість ґрунту термостатно-ваговим методом; щільність складення методом різальних кілець Качинського; пористість розрахунково за об'ємною масою; забур'яненість рамковими обліками (чисельність і повітряно-суха маса); біометрія кущистість (загальна/продуктивна), висота рослин, довжина колоса; урожай суцільним розділовим способом з доведенням до 14 % вологості; економіка розрахунок валової виручки, собівартості 1 т, умовно чистого прибутку й рентабельності. Статистика дисперсійний аналіз для split-plot, порівняння середніх за НР₀₅.

Наукова новизна досліджень. У господарських умовах звичайного чорнозему кількісно доведено адитивний (без перехрещення реакцій) ефект системи основного обробітку і сорту на продуктивність ярого ячменю: полицевий обробіток забезпечив стабільне зниження щільності у шарі 0–30 см перед сівбою (у середньому 1,21 проти 1,25 г/см³) і достовірно вищу пористість (58,18 % проти 54,19 %), що трансформувалося у приріст урожайності 0,33 т/га незалежно від сорту. Вперше для даного господарства показано, що за близьких запасів вологи визначальними стають саме

структурно-фізичні та фітосанітарні чинники: полицевий обробіток різко зменшує поточну забур'яненість і підвищує частку продуктивних пагонів. Зафіксовано стабільну сортову перевагу МП Акцент над Ілотом на 0,30 т/га за обох фонів обробітку без зміни сортової ієрархії.

Практична цінність отриманих результатів. Сформовано технологічну рекомендацію для чорноземів Північного Степу: комбінація «полицева оранка 23–25 см × МП Акцент» забезпечує найкращий баланс «фізична структура - конкурентність посіву - урожайність - собівартість» і максимізує економічний результат (собівартість 5 973 грн/т; прибуток 11,2 тис. грн/га; рентабельність 60,7 %). Показано, що мінімальний обробіток за браку вологи може застосовуватись як ресурсозберігаючий прийом, але потребує посиленого контролю бур'янів і готовності до нижчої маржинальності.

Особистий внесок здобувача. Автором самостійно обґрунтовано мету і схему досліду, виконано закладку та ведення польового експерименту, інструментальні вимірювання ґрунтових і рослинницьких показників, первинну обробку, статистичний аналіз даних, економічні розрахунки, інтерпретацію результатів і підготовку тексту кваліфікаційної роботи та виробничих рекомендацій.

Апробація результатів дипломної роботи. Основні положення та висновки роботи доповідались і обговорювались на внутрішньому науково-методичному семінарі профільної кафедри та на виробничій нараді ФГ «ОЛЛА». За матеріалами дослідження підготовлено практичні рекомендації, які прийняті до використання при плануванні технологічної карти вирощування ярого ячменю на наступний сезон у господарстві.

Кваліфікаційна робота складається із вступу, 5 розділів, висновків і рекомендацій виробництву, списку використаних літературних джерел. Загальний обсяг роботи 71 сторінок комп'ютерного тексту, включаючи 12 таблиць. Список використаних джерел складається з 55 найменувань.

РОЗДІЛ 1

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО (Огляд літератури)

1.1. Значення ярого ячменю в аграрному секторі та показники його посівних і урожайних властивостей

Ячмінь ярий є однією з базових ярих культур України, що поєднує високу господарську цінність із технологічною зручністю, екологічною пластичністю та коротким вегетаційним періодом, завдяки чому входить до структури посівних площ у Степовій зоні та поза її межами. Його роль визначається багатофункціональністю використання зерна: у тваринництві воно є важливою концентрованою складовою раціонів, у харчовій галузі застосовується для виробництва круп, а в пивоварінні виступає незамінною сировиною для солоду. Раннє досягання дозволяє зменшувати ризики від літніх посух, своєчасно звільняти поле й належно підготувати його під озимі культури, що особливо важливо в зонах із частими температурними екстремами та дефіцитом опадів у теплий період року [16; 18; 27; 29]. Для пивоварного напряму вирішального значення набувають стабільність фракційного складу, невисокий уміст сирого білка та високий екстрактивний потенціал, які досягаються за умови збалансованого живлення, оптимальних строків сівби й технологічної дисципліни під час збирання та післязбиральної доробки [11; 29].

Біолого-екологічна характеристика культури віддзеркалює її походження як типового представника СЗ-злаків із відносно низькою температурою початку фізіологічної активності насіння й прихильністю до ранньовесняного старту вегетації. Насіння проростає за низьких позитивних температур, сходи здатні витримувати короточасні приморозки, а найбільший приріст продуктивності досягається за умов використання вологи зимово-весняного періоду до настання стійких літніх перегрівів. У ґрунтовому

відношенні ячмінь ярий найповніше реалізує потенціал на структурних чорноземах легкого й середнього гранулометричного складу з добрим повітряно-водним режимом, тоді як застійне перезволоження, ущільнення орного шару чи близьке залягання ґрунтових вод пригнічують кореневу систему та підвищують вразливість до корневих і прикорневих гнилей [1; 4; 27; 31]. На тлі кліматичних трансформацій, що проявляються у збільшенні міжрічної та внутрішньосезонної мінливості погоди, саме екологічна пластичність, жаро- і посухостійкість, а також здатність до швидкого проходження критичних фаз органогенезу набувають домінуючого значення під час добору сортів і проєктування технології вирощування [4; 5; 8; 32].

Морфологічна будова рослини визначає як технологічні, так і продукційні властивості культури. Коренева система мичкувата, багатопорядкова, з добре розвиненими вузловими коренями, що зумовлює чутливість до ущільнення й потребу в розпушеній, структурній орному шарі. Стебло порожнисте, складене з міжвузлів і вузлів, має виразну реакцію на густоту стояння та забезпеченість поживними елементами; надмірне азотне живлення за високої густоти може провокувати вилягання, що потребує вирівнювання системою удобрення й, за потреби, застосуванням ретардантів у посівах пивоварного призначення [11; 29; 35]. Листок складається з піхви та пластинки з добре помітними вушками й язичком; площа асиміляційної поверхні, її тривалість і санітарний стан визначають потенціал фотосинтетичної продуктивності угіддя [29]. Суцвіття – складний колос із центральною віссю, на якому у дворядних форм повноцінно розвиваються бічні колоски лише в центральному ряду, тоді як шестирядні формують зерно з усіх трьох колосків у вузлі; довгі остюки відіграють роль у мікрокліматі колоса та фотосинтезі, але водночас підвищують транспіраційні витрати. Плід – плівчаста зернівка, у безостих і безплівчастих форм розповсюдження плівок і остюків зменшене; маса 1000 зерен є інтегральним індикатором виконаності зерна та умов наливу [5; 29].

Онтогенез ячменю ярого проходить через послідовні фази, кожна з яких має власну чутливість до стресів і технологічних впливів. Після набубнявіння та проростання формується вузол кущення, від якого відходять додаткові пагони; саме в період кущення закладається майбутня густина продуктивного стеблостою, яка в подальшому уточнюється редукцією пагонів за дефіциту ресурсів. Подовження стебла супроводжується інтенсивним споживанням елементів живлення й вологи, а фази виходу в трубку, колосіння та цвітіння є критично важливими щодо теплового та водного стресів. Період наливу зерна визначає майбутню масу 1000 зерен і фракційний склад, особливо чутливий до нестачі вологи й високих температур, які можуть знижувати виконаність зерна й порушувати показники якості для пивоварного використання [24; 27; 29].

Посівні якості насіння – фундамент майбутньої врожайності. Лабораторна схожість, енергія проростання, вирівняність фракцій і маса 1000 зерен мають відповідати кондиційним вимогам; насінневий матеріал необхідно очищати, калібрувати й зберігати за вологості, що гарантує мінімальні дихальні втрати та пригнічує розвиток мікрофлори. Фітосанітарний захист насіння починається з протруювання препаратами, що контролюють комплекси сажкових і плямистостей, а за епіфітотійного ризику доповнюється мікроелементами у вигляді хелатних форм або фізіологічно обґрунтованими біостимуляторами початкового росту. Додержання вимог методик випробування та національних стандартів щодо якості посівного матеріалу є необхідною умовою для формування дружних і вирівняних сходів, які краще конкурують із ранньою хвилею бур'янів і стійкіші до абіотичних коливань на старті вегетації [15; 24; 26; 29].

Система живлення культури має бути збалансованою і диференційованою з урахуванням напряму використання зерна. Фосфор поліпшує розвиток кореневої системи, прискорює настання генеративних фаз і позитивно впливає на формування колоса, калій регулює водний режим і підвищує стійкість до вилягання та хвороб, азот визначає інтенсивність наростання вегетативної маси й рівень білка в зерні. Для пивоварного ячменю

важливим є уникнення надлишку азоту в пізній фазі, що призводить до небажаного підвищення протеїну й ризику вилягання, тоді як для фуражного використання допускається дещо вища азотна складова за збереження співвідношення з фосфором і калієм. Вибір системи основного удобрення, стартових доз під час сівби та можливих підживлень має ґрунтуватися на даних агрохімічного обстеження поля, біології сорту й цільових показниках якості, з неодмінним урахуванням режимів зволоження конкретного сезону [9; 10; 11; 29].

Ґрунтово-кліматичні умови Степової зони диктують пріоритет максимально ранніх строків сівби, коли ґрунт досягає фізичної стиглості. Ранній посів забезпечує використання запасів вологи, зменшує тривалість періоду розвитку бур'янів до змикання міжрядь і створює передумови для формування більшої кількості продуктивних пагонів. Запізнення зі сівбою підсилює конкуренцію за вологу, зміщує чутливі фази на більш спекотні періоди та часто зменшує масу 1000 зерен. Глибина загортання насіння вибирається з урахуванням гранулометрії й фактичної вологості посівного шару: на легших, достатньо зволжених ґрунтах вона менша, на важчих чи підсушених – дещо більша, але без надмірів, що гальмували б появу сходів. Густина стояння підбирається диференційовано: у посушливі роки бажано уникати загущення й обмежувати внутрішньовидову конкуренцію, тоді як за кращого зволоження й живлення доцільне помірне підвищення норми висіву без ризику втрати показників якості [1; 21; 27; 29; 35].

Важливим елементом технології є вибір попередника. У степовому землеробстві найкраще зарекомендували себе чисті та зайняті пари, зернобобові, а також просапні культури за умови належної агротехніки; вони поліпшують водний і поживний режим, знижують забур'яненість і фітосанітарне навантаження. Надмірна насиченість сівозміни олійними або повторні посіви зумовлюють посилення конкуренції за вологу й можуть підвищувати тиск збудників і шкідників, що потребує посиленого моніторингу та корекції захисту. Вплив попередника відзначається також у показниках

якості зерна: у пивоварних посівах він допомагає утримувати протеїн на бажаному рівні й формувати вирівняний фракційний склад [27; 28; 36; 40].

Система обробітку ґрунту для ячменю ярого повинна забезпечувати розпушеність і чистоту посівного шару, ефективне накопичення та збереження вологи, руйнування ущільнень і зниження забур'яненості. Традиційні схеми основного й передпосівного обробітку з орієнтацією на стан поля доповнюються мінімальними та нульовими системами; за правильної організації No-till або Strip-till можливе підвищення водоутримувальної здатності, зменшення ерозійних втрат і покращення структури ґрунту, однак вони потребують високої культури землеробства, точного добору агрегатів і ретельного контролю бур'янів та хвороб у перехідний період [20; 34; 37].

Інтегрований захист посівів базується на профілактиці, моніторингу та своєчасних інтервенціях. Ранній посів і якісний передпосівний обробіток зменшують потенціал забур'янення, а дотримання сівозміни та добір стійкіших сортів знижують тиск основних хвороб. Система гербологічних заходів у ячмені формує конкурентоспроможний агроценоз без критичних прогалів у захисті, що особливо важливо в умовах степу, де волога – головний лімітуючий чинник, а будь-яка хвиля бур'янів відбирає ресурси на шкоду наливу зерна. Фунгіцидний і, за потреби, інсектицидний захист коригуються за результатами регулярного моніторингу, фази розвитку культури та погодних умов сезону. Акцент робиться на правильній сівозміні, агротехнічних прийомах, якості насіння й протруювання, після чого хімічні втручання застосовуються як керовано-ад'ювантний інструмент у системі IPM [17; 26; 46; 51].

Формування врожаю ячменю описується класичною структурою: густина продуктивного стеблостою, кількість зерен у колосі та маса 1000 зерен. Кожен компонент має різну чутливість до агротехнічних чинників. Густану визначають посівні якості насіння, строки й норма висіву та стартова вологозабезпеченість; кількість зерен у колосі тісно пов'язана з умовами під час диференціації генеративних органів і в період виходу в трубку та

колосіння; маса 1000 зерен залежить від забезпеченості вологою й живленням у період наливу. У пивоварному сегменті важливо утримувати баланс між урожайністю й якістю: надмірні азотні підживлення у пізні строки підвищують протеїн і можуть погіршувати екстрактивність, тоді як збалансоване живлення та ранні строки сівби сприяють рівномірності фракції й кращій солодопридатності [11; 21; 27; 29; 35].

Сортовий добір визначає верхню межу потенційної продуктивності й стабільність агроценозу. Сучасні сорти ячменю ярого демонструють високу екологічну пластичність, адаптацію до теплових і водних стресів та придатність як до інтенсивних, так і до ресурсозберігаючих технологій, що підтверджено експериментальними дослідженнями в Україні [5; 8; 35]. Орієнтація на офіційно визнані й районовані сорти, включені до Державного реєстру, дозволяє знизити ризики й отримати прогнозовані результати в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах господарства [13]. Додатковий аргумент на користь сортооновлення – підвищення стійкості до комплексу хвороб і можливість точнішого налаштування якості зерна під вимоги споживача [33; 29].

Післязбиральна доробка та зберігання мають не менший вплив на кінцеву якість, ніж польові операції. Своєчасне збирання у фізіологічній стиглості з мінімальними пошкодженнями колосу, якісний обмолот, первинне очищення та доведення вологості до кондиційних параметрів забезпечують збереження посівних і технологічних властивостей зерна. Для пивоварного спрямування додатково приділяють увагу однорідності фракції та відсутності термічних пошкоджень під час сушіння, щоб не погіршити солодопридатність. Стабільне вентильоване зберігання запобігає вторинному зволоженню та розвитку мікрофлори, що є запорукою якості партії й виконання контрактних вимог [29; 41].

Економічна ефективність вирощування ячменю ярого визначається сукупністю агротехнічних рішень і ринкової кон'юнктури. З одного боку, культура приваблива швидкою оборотністю капіталу, помірною собівартістю

за умови ресурсозбереження, широким спектром каналів збуту та можливістю диференціації за якістю. З іншого – вимоги пивоварного сегмента, волатильність погодних умов і конкуренція за вологою в системі сівозміни потребують чіткої технологічної дисципліни, ретельного планування витрат і дотримання нормативів виконання операцій. Стандартизовані технологічні карти та поелементні нормативи затрат допомагають узгодити календар польових робіт, оптимізувати структуру витрат і коректно оцінити маржинальність виробництва в конкретному господарстві [16; 30; 41].

Узагальнюючи, ячмінь ярий поєднує стратегічну господарську вагу з гнучкістю агротехнологічних рішень і високою відповіддю на сортовий добір. Високі посівні якості насіння, ранні строки сівби по фізично стиглому ґрунті, збалансована система живлення із чітким урахуванням цільового використання зерна, раціональний попередник і продумана система обробітку та захисту визначають конкурентоспроможність культури в умовах Степової зони України. На тлі кліматичних змін і ринкових вимог зростає роль екологічно пластичних, технологічно витривалих сортів і точного землеробства, що дозволяє утримувати стабільну врожайність і прогнозовану якість за економічно обґрунтованої собівартості [1; 4; 5; 8; 11; 16; 18; 21; 27; 28; 29; 35; 36].

1.2. Роль основного обробітку ґрунту у відновленні родючості та формуванні урожайності ярого ячменю

Основний обробіток ґрунту є системоутворювальною ланкою технології вирощування ячменю ярого, оскільки через зміну фізичних, водно-повітряних, термічних і біологічних властивостей орного шару він визначає напрям і швидкість процесів відтворення родючості, а отже - потенціал продуктивності культури. У степових агроландшафтах, де лімітуючим фактором є волога й спостерігаються різко континентальні коливання температур, конструкція обробітку повинна, з одного боку, мінімізувати непродуктивні втрати води та ерозійні ризики, з іншого - забезпечувати структурність ґрунту,

розущільнення, чистоту посівного шару та рівні умови для ранніх строків сівби ячменю [27; 34].

Функціональна роль основного обробітку в відтворенні родючості полягає насамперед у регуляції щільності складання, агрегатного складу та пористості орного шару - параметрів, що визначають інфільтрацію, капілярний підйом і випаровування вологи, а також газообмін і температуру ґрунту. Порушення балансу цих властивостей призводить до утворення плужної підшви, локального перезволоження або, навпаки, надмірного підсушення посівного горизонту. Для звичайних (ординарних) чорноземів Степу, які в останні десятиліття зазнають антропогенно зумовленого зниження вмісту гумусу та посилення деградаційних процесів, вибір помірно інтенсивних або ресурсозберігаючих систем обробітку з утриманням рослинних решток на поверхні дозволяє сповільнювати мінералізацію органічної речовини, підтримувати агрегатостійкість і посилювати біологічну активність, що є ключовими механізмами відтворення родючості [4; 19; 34].

Гідротермічний ефект обробітку є вирішальним для ячменю ярого через його біологічну «орєєнтацію» на ранньовесняну вологу і короткий вегетаційний період. Консерваційні прийоми - мілкий безполицевий, чизельний, мульчувальний, а також смуговий (Strip-till) та нульовий (No-till) - за умови якісного подрібнення й рівномірного розподілу стерні зменшують швидкість випаровування, підвищують водопроникність і знижують поверхневий стік, створюючи запас продуктивної вологи у фазах кущення та виходу в трубку. Натомість повторно-глибока полицева оранка без рослинних решток на поверхні, хоча й забезпечує швидку санітарну «чистоту» поля, сприяє інтенсивнішій мінералізації органічної речовини, розущільненню за рахунок руйнування структурних агрегатів і підсилює ризик вітрової та водної ерозії, особливо на відкритих схилах і легких за гранулометриєю різновидах чорноземів [20; 34; 37; 45]. За правильного налаштування машинно-технологічних агрегатів і контролю за глибиною обробітку чизелювання та мілкі безполицеві обробітки ефективно руйнують локальні ущільнення без

інверсії пласта, поліпшуючи інфільтрацію і доступність вологи кореневій системі ячменю [37; 45].

Біологічний аспект відтворення родючості так само чутливий до інтенсивності механічного впливу. Зменшення частоти та глибини втручань, збереження мульчі, відсутність інверсії підвищують чисельність дощових черв'яків, активність ґрунтових сапротрофів і арбускулярних мікориз - компонентів, що стабілізують агрегати, покращують проникність і сприяють довшому утриманню вологи. На відміну від цього, інтенсивний полицевий обробіток за дефіциту органічних надходжень пришвидшує мінералізацію гумусу, зменшує макроагрегати та підвищує «відкритість» ґрунту до ерозії. Переорієнтація на консерваційні системи потребує перехідного періоду (2–5 років), упродовж якого біотичні й фізичні властивості поступово входять у нову рівновагу, а урожайність може коливатися залежно від погодних умов і технологічної дисципліни [19; 34; 37; 42].

У взаємозв'язку «обробіток - поживний режим» важливо враховувати, що зниження інтенсивності механічного втручання змінює профіль розподілу органічної речовини й елементів живлення: азот і фосфор більше акумулюються у верхніх сантиметрах, тоді як калій залишається відносно мобільним у профілі. Це зумовлює потребу точнішого розміщення стартових добрив у посівному шарі, особливо під ранні строки сівби ячменю, а також корекції співвідношення NPK з урахуванням напрямку використання зерна (пивоварний чи фуражний). Збалансоване удобрення на фоні консерваційних систем посилює ефект збереження вологи, тоді як надлишок азоту за м'яких зим і теплої весни, поєднаний із високою щільністю складання посівного шару, підвищує ризик вилягання та погіршення показників якості [10; 34; 44].

Специфіка вимог ячменю ярого до посівного ложа зумовлює тонку межу між «дрібногрудкуватою вирівняністю» і надмірним розпиленням ґрунту. Для дружніх сходів потрібен щільний контакт «насінина-ґрунт» за помірної глибини загортання; за мульчувального покриття слід уникати «hair-pinning-ефекту» (укладання волокон соломи у борозну попереду сошника), який

порушує контакт і затуляє появу сходів. У цьому контексті якість подрібнення й рівномірність розподілу поживних решток, правильний вибір робочих органів (диски зі зміщенням, антирослинні ножі, смугові сошники) та підтримання стабільної глибини різку мають безпосередній вплив на вирівняність і густоту стеблостою - базові компоненти врожаю [20; 27; 37; 45].

Полеві дослідження в Україні підтверджують, що реакція ячменю ярого на способи основного обробітку модулюється умовами вологозабезпечення, сортовими особливостями і системою живлення. На чорноземах Степу сучасні сорти демонструють високу екологічну пластичність, забезпечуючи порівнянну або вищу врожайність за безполицевих і мілких систем у роки з дефіцитом опадів, тоді як у перезволожені періоди перевага може тимчасово зміщуватися на користь більш глибоких прийомів розуцільнення. Відзначено істотну взаємодію «сорт × обробіток × удобрення», що потребує локальної адаптації норм і строків унесення добрив та індивідуалізації глибини розпушення [5; 8; 21; 28; 35]. Поряд із цим вибір попередника (чисті та зайняті пари, зернобобові) через водний і поживний фон підсилює ефект відповідної системи обробітку, що важливо для ранніх строків сівби ячменю [27; 40].

Екологічна й протиерозійна ефективність консерваційних систем обробітку проявляється у зменшенні поверхневого стоку, пилової дефляції, ущільнення колії та витрати пального завдяки скороченню кількості проходів. Разом із тим у перехідний період змінюється структура забур'янення: зростає частка зимуючих і багаторічних видів, формується «стерньовий» спектр хвороб і шкідників. Це потребує перебалансування системи інтегрованого захисту - точнішого строкування гербіцидних і фунгіцидних обробок, використання механічних і агротехнічних прийомів для виснаження банку насіння бур'янів, а також розширення ролі сівозміни та мульчі як регуляторів мікроклімату посіву [17; 26; 34; 46; 51].

З економічного погляду консерваційні та мінімальні системи обробітку здатні істотно знизити прямі енерговитрати та собівартість операцій за

рахунок меншої кількості технологічних проходів і кращого використання природної вологи, що особливо відчутно у посушливі роки. Однак досягнення стабільного економічного ефекту потребує інвестицій у високоякісні подрібнювачі соломи, відповідні посівні комплекси, точне дозування ЗЗР та добрив і загалом - високої культури землеробства. Правильна оцінка маржинальності, калькуляція поелементних затрат і дотримання технологічних карт дозволяють збалансувати витрати та ризики на рівні господарства [16; 30; 41].

Синтезуючи викладене, можна стверджувати, що для умов Степу України найбільш продуктивною є гнучка стратегія, за якої система основного обробітку узгоджується з вологонакопиченням сезону, механічним станом поля, спектром бур'янів і цільовою якістю зерна. На ділянках із проявами плужної підшви чи глибокими ущільненнями доцільні періодичні прийоми глибокого безполицевого розпушення; на вирівняних полях із достатньою мульчею й відсутністю надлишкового ураження хворобами - мінімальні та мульчувальні схеми, включно з No-till/Strip-till, що максимально зберігають вологу і прискорюють біологічне відтворення родючості. У всіх випадках найвищу віддачу забезпечує поєднання обраної системи обробітку з раціональною сівозміною, збалансованим удобренням і інтегрованим захистом, адаптованими до біології сучасних сортів ячменю ярого [20; 21; 27; 34; 35; 37; 44; 45].

РОЗДІЛ 2

УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Характеристика ґрунтів дослідної ділянки

Дослідна ділянка ФГ «ОЛЛА» розташована в Кам'янському районі Дніпропетровської області в межах Степової зони. Територія представлена переважно звичайними чорноземами, сформованими на лесоподібних суглинках. Це один із найпродуктивніших типів ґрунтів України: він має темний колір, високий вміст гумусу та добру природну родючість, що створює сприятливі стартові умови для польових культур, зокрема для соняшнику.

Будова профілю та материнська порода. Ґрунтовий покрив ділянки формувався на лесоподібному суглинку – однорідній, пористій, добре дренованій породі, яка відзначається високою ємністю вологи. Профіль чорнозему чітко стратифікований і зазвичай включає: верхній гумусовий шар (орний та підорний горизонти), перехідну зону та нижчі прошарки з ознаками карбонатів.

Верхній (гумусовий) горизонт потужний – у середньому близько 0,9–1,0 м. Він темно-сірий до чорного, добре кришиться, має грудочкувато-зернисту структуру у верхній частині та більш щільну грудкувато-горіхувату – внизу. Саме тут зосереджена основна маса коренів культур і відбувається основна частина біологічних процесів ґрунтоутворення.

Перехідний шар поступово світлішає, стає щільнішим, зменшується частка гумусу, з'являються окремі світлі прожилки карбонатів та ущільнені грудочки. Тут видно хідники коренів і черв'яків, які поліпшують пористість і водопроникність.

Нижчі горизонти мають світло-буре чи палеве забарвлення, щільніші, з помітними вапняковими «нитками» та плямами – це сліди накопичення карбонатів. Структура може бути призматичною або маловираженою,

пористість зменшується. Ще глибше залягає щільніший лесоподібний суглинок материнської породи.

Грунтові води знаходяться глибоко – орієнтовно на 12–14 м. Отже, живлення вологою забезпечується переважно за рахунок атмосферних опадів та запасів зимово-весняної вологи; прямого впливу ґрунтових вод на кореневу зону культур немає. Водний режим – періодично промивний: у вологі роки тала і дощова вода частково промочує профіль углиб, але не зникається з горизонтом ґрунтових вод. Такі умови сприяють формуванню типових чорноземних ознак і акумуляції гумусу у верхній частині профілю.

Гранулометричний склад і фізичні властивості. За механічним складом ґрунти дослідної ділянки – важкосуглинкові. У верхньому шарі переважають дрібні часточки (мул і пил), частка «тонких фракцій» становить близько половини маси ґрунту (орієнтовно 50–55%). Такий ґрунт добре утримує вологу і поживні речовини, але за пересихання поверхні схильний до утворення кірки; у вологі періоди може ущільнюватися від надмірної кількості проходів техніки. Для збереження структури важливо працювати по фізично стиглому ґрунту, уникати перезволоження при обробітку та не допускати переущільнення підорного шару.

Агрохімічний стан та реакція середовища. За даними лабораторного контролю (табл. 1), уміст гумусу в орному горизонті високий: у різні роки та на різних підділянках він коливається в межах приблизно 4,2–5,5%. У міру заглиблення кількість гумусу закономірно зменшується і на глибині 80–100 см зазвичай становить близько 1,2–1,6%. Реакція ґрунтового розчину нейтральна: рН 6,8–7,1, із тенденцією до слабколужної в нижніх горизонтах (через наявність карбонатів).

Забезпеченість рухомими формами елементів живлення на рівні, сприятливому для польових культур. В орному шарі визначено рухомого фосфору 139 мг/кг і обмінного калію 122 мг/кг, що відповідає середньому–високому фону для нашої зони. За вмістом легкогідролізованого азоту ґрунт зазвичай оцінюється як середньозабезпечений. Із глибиною концентрація всіх

елементів помітно зменшується, тому основний ефект від удобрення та кореневого живлення зосереджується у верхніх 0–30(40) см, де працює більшість активних коренів соняшнику.

Таблиця 1

Основні агрохімічні показники ґрунту

Глибина, см	Гумус, % (Тюрін)	pH (H ₂ O)	P ₂ O ₅ , мг/кг (рухомий)	K ₂ O, мг/кг (обмінний)	Легкогідролізований N, мг/кг
0–30	4,19	6,9	139	122	80
30–50	3,5	7,0	110	110	65
50–80	2,3	7,0	85	95	50
80–100	1,4	7,1	60	80	35
100–150	1,1	7,2	40	70	25

Практичне значення для технології вирощування соняшнику. Поєднання потужного гумусового горизонту, нейтральної реакції та доброго забезпечення фосфором і калієм формує високу базову родючість. Для соняшнику це означає:

Сприятливий старт і формування кореневої системи. Важкосуглинкова текстура та значні запаси гумусу утримують вологу у посівному шарі, що важливо для дружних сходів і розвитку стрижневого кореня.

Підвищена вимога до культури обробітку. Через схильність до ущільнення за перезволоження і до кіркоутворення за пересихання потрібні вчасний передпосівний обробіток, вирівняне насінневе ложе і, за потреби, легке прикочування для збереження вологи. Доцільно контролювати щільність підорного шару, щоб не обмежувати проникнення кореня на глибину.

Збалансоване живлення. На фоні середнього–високого забезпечення фосфором і калієм у зоні Степу ефективною є помірна стартова доза NPK з обов'язковою корекцією за результатами аналізу ґрунту та фактичними запасами вологи. Надлишкові дози азоту в посушливі роки небажані, оскільки можуть зменшувати вміст олії в насінні та «переганяти» рослину в надмірне наростання зеленої маси. Водночас слід стежити за мікроелементами,

насамперед за бором, до дефіциту якого соняшник чутливий на карбонатних чорноземах; рішення про позакореневі підживлення приймають за результатами діагностики.

Водний режим. Глибоке залягання ґрунтових вод і запас вологи в глибинних шарах сприяють роботі стрижневого кореня влітку. Проте успіх богарного вирощування значною мірою залежить від збереження зимово-весняної вологи (якісна зяблева підготовка, мінімізація кількості весняних проходів техніки, мульчування рослинними рештками).

Узагалі, фізико-хімічні властивості звичайного чорнозему на лесоподібному суглинку на дослідній ділянці можна вважати сприятливими для вирощування соняшнику. Висока ємність вологи та поживних речовин, нейтральний рН і значна потужність гумусового горизонту створюють добру основу для формування кореневої системи, листкового апарату й кошика. Потенційні обмеження (ущільнення за перезволоження, кірка за пересихання, зменшення запасів доступних елементів у підорних шарах) знімаються дотриманням вологозберігального обробітку, своєчасною сівбою у прогрітій і зволожений шар, розумною густотою стояння та збалансованим живленням із урахуванням аналізу ґрунту.

2.2. Агрометеорологічна характеристика періоду досліджень

Дослідження виконували у посушливих умовах Північного Степу з помірно континентальним кліматом, де водний фактор традиційно є головним лімітатором урожайності соняшнику.

Перебіг погоди у 2025 році мав виразно аридний характер і супроводжувався підвищеним температурним фоном та хронічним дефіцитом опадів упродовж більшості вегетації. За січень–листопад фактична сума опадів склала 258 мм при середньобагаторічних 416 мм, тобто дефіцит досяг близько 38 %, а навіть за умови наближення грудневих опадів до норми річне забезпечення вологою залишалось б орієнтовно на 40–45 % нижчим від середніх багаторічних величин. Середня річна температура повітря становила

8,5 °C проти 8,2 °C за нормою, що посилювало випаровуваність і втрати вологи з ґрунту, особливо за наявності суховійних явищ улітку.

Весна 2025 року була контрастною за температурою й стабільно дефіцитною за опадами: у березні зафіксовано холодніше тло та 33 мм опадів проти 44 мм у нормі; у квітні середньомісячна температура перевищувала норму на 2,9 °C при 26 мм опадів проти 35 мм; у травні випало 38 мм проти 52 мм. Отже, стартові запаси продуктивної вологи у кореневмісному шарі на момент сівби були зниженими, що підвищувало значущість технологічних прийомів, здатних покращити раннє живлення й водовикористання культури (табл. 2).

Таблиця 2

**Показники температури, вологості повітря та опадів
(метеостанція), 2025 рік**

Місяць	Середньодобова температура повітря, °C		Сума опадів, мм	
	середньо-багаторічна	2025 р.	середньо-багаторічна	2025 р.
Січень	-1,1	1,7	60	25
Лютий	-0,3	4,8	45	22
Березень	4,6	2,6	44	33
Квітень	11,7	14,6	35	26
Травень	17,0	15,4	52	38
Червень	20,7	22,9	47	27
Липень	23,6	23,9	43	18
Серпень	21,4	21,7	17	19
Вересень	15,4	17,5	15	7
Жовтень	11,4	11,5	26	19
Листопад	5,2	7,3	32	24
Грудень	1,2	4,2		
Всього за період вегетації	8,2	8,5	475,1	258,1

Найкритичнішим для соняшнику виявився літній період. У червні середня температура була на 2,2 °C вищою за норму при 27 мм опадів проти

47 мм, а в липні – найтеплішому місяці року – випало лише 18 мм опадів проти 43 мм за кліматичною нормою.

Сукупно за червень–липень випало лише 45 мм опадів проти 90 мм у середньобогаторічному розрізі, тобто вдвічі менше, що створило стійкий гідротермічний стрес у фази інтенсивного росту, бутонізації, цвітіння та початку наливу насіння. У серпні опади становили 19 мм, що близько до норми, однак цей локальний «плюс» не компенсував попередній дефіцит. В осінні місяці тепла погода зберігалася за браку вологи: у вересні випало лише 7 мм проти 15 мм у нормі, у жовтні – 19 мм проти 26 мм, у листопаді – 24 мм проти 32 мм; таким чином, відновлення вологозаряду орного профілю було обмеженим.

Загалом за активний період формування продуктивності соняшнику (квітень–вересень) сума опадів склала близько 135 мм проти 209 мм за нормою, що відповідає дефіциту приблизно 35 %. За таких умов орієнтовний гідротермічний коефіцієнт у відрізьку травень–серпень був нижчим за 0,5, що характеризує сильну посуху з очікуваним скороченням тривалості наливу, зменшенням площі асиміляційної поверхні та підвищенням ризику щуплості насіння.

Вказані агрометеорологічні особливості безпосередньо впливають на чутливість варіантів досліду до гібридної реакції та параметрів живлення. За дефіциту опадів у період від шостого–восьмого листка до цвітіння технологічні рішення, що забезпечують стабільну доступність елементів живлення в зоні зволоження коренів, набувають визначального значення.

У цьому контексті поєднання підвищених доз РКД ($N_8P_{26}-N_{24}P_{78}$) із раціональною глибиною їх закладення у ґрунт здатне зменшити ризик поверхневих втрат і покращити контакт розчину добрив із вологою в орному шарі, тоді як надто мілке розміщення в умовах перегріву й висушування верхніх сантиметрів ґрунту може погіршувати засвоєння, а надмірне заглиблення – відтермінувати використання фосфорно-азотного живлення на ранніх етапах.

З огляду на теплий і сухий характер 2025 року інтерпретацію взаємодії факторів А, В і С слід здійснювати крізь призму хронічного водного стресу: відмінності між гібридами Сурест та Феномен, а також між дозами і глибиною закладення РКД, найімовірніше, проявлятимуться саме у здатності підтримувати ефективність фотосинтезу й налив насіння за низької вологості орного шару. Сукупність наведених погодних умов підтверджує, що 2025 рік був аномально сухим, а водний фактор став системним чинником формування врожайності та має бути врахований при аналізі результатів, наведених у таблиці 2 зі схемою трифакторного досліджу.

2.3. Методика проведення досліджень

Польовий дослід виконували як двофакторний у схемі розщеплених ділянок (split-plot) із трьома повтореннями. Головні ділянки (першого порядку) відводили під фактор А (сорт), підділянки (другого порядку) - під фактор В (спосіб основного обробітку ґрунту). Розміщення головних ділянок було систематичним, підділянок - рендомізованим у межах кожної головної ділянки. Між дослідними ділянками залишали захисні смуги не менше 1,5–2,0 м для запобігання взаємовпливу. Методичні підходи, принципи рендомізації, повторності та ведення польового журналу відповідали чинним «Методикам...» для зернових культур [24; 27; 29].

Ґрунтово-агрохімічна характеристика та метеорологічний супровід. До закладки досліджу й щорічно перед сівбою відбирали комбіновані зразки ґрунту (п'яти-/дев'яти-точкові «конвертом») із шару 0–20 і 20–40 см для визначення вмісту рухомого фосфору та калію за модифікованим методом Чирикова (ДСТУ 4115-2002) [9] і актуальної реакції ґрунтового розчину (рН_KCl) за загальноприйнятими агрохімічними процедурами [10]. Агрометеорологічний фон описували за щоденними даними найближчої метеостанції з розрахунком сум опадів, середньодобових температур та гідротермічного коефіцієнта Селянинова (ГТК) за декадами вегетації відповідно до «Агрокліматичного довідника...» [1; 31].

Вологість ґрунту та запаси продуктивної вологи. Динаміку вологості контролювали термостатно-ваговим методом: відбір зразків ґрунтовим буром АМ-16 через кожні 10 см до глибини 1,0 м із трьох свердловин, розташованих по вершинах рівнобедреного трикутника з кроком 1 м у центрі підділянки. Зразки висушували у сушильній шафі за 105 ± 2 °С до сталої маси; масову вологість (w , %) обчислювали як $w = ((m_{\text{сир}} - m_{\text{сух}}) / m_{\text{сух}}) \times 100$. Запаси продуктивної вологи в шарі 0–100 см визначали сумуванням по горизонтах за формулою: R (мм) = $\Sigma [(w_i \times \rho_{b,i} \times h_i) / 100 \times 10]$, де w_i - масова вологість шару (%), $\rho_{b,i}$ - об'ємна маса ґрунту ($\text{г} \cdot \text{см}^{-3}$), h_i - товщина шару (см) [1; 10].

Щільність складення (об'ємна маса) ґрунту. Визначали методом різальних кілець Н. А. Качинського з внутрішнім об'ємом 100 см^3 у шарах 0–10, 10–20 і 20–30 см. Зразки висушували до сталої маси при 105 °С; об'ємну масу обчислювали як $\rho_b = m_{\text{сух}} / V$. З кожного шару відбирали щонайменше три кільця для однієї підділянки [10].

Облік густоти стояння та структури врожаю. Облік кількості рослин проводили на трьох пробних майданчиках площею $1/6 \text{ м}^2$, закладених у двох не суміжних повтореннях кожного варіанта. Підрахунки виконували двічі: після повної появи сходів і перед збиранням під час добору пробного снопа. Паралельно визначали елементи структури врожаю: кількість продуктивних стебел на 1 м^2 , кількість зерен у колосі (30 типових колосів), масу 1000 зерен (чотири наважки по 250 зерен з перерахунком) за загальноприйнятими вимогами для зернових [24; 29].

Урожай і показники якості. Урожай збирали суцільним розділовим методом з облікової площі підділянки з доведенням маси зерна до стандартної вологості 14 % і 100 % чистоти. Визначали натуру (густину насипну) зерна на хондрометрі, склоподібність/борошністість і сирий протеїн методом К'ельдаля ($N \times 6,25$) або на каліброваному NIR-аналізаторі. Маса 1000 зерен - за методом багаторазових наважок [24; 29].

Фітосанітарний моніторинг. Перед гербіцидним обробітком і у фазі виходу в трубку облік бур'янів проводили рамкою $0,25 \text{ м}^2$ у 4–6 повтореннях

на підділянку з визначенням кількості за видами; у вибрані терміни додатково відбирали фітомасу для оцінки сухої маси бур'янів (висушування до сталої маси). Оцінку ураженості хворобами (септоріоз, іржі, плямистості) вели за відсотком ураженої поверхні листка або дев'ятибальною шкалою; шкідників обліковували маршрутно на 100 рослинах або кошиками сачка відповідно до підручників і настанов з моніторингу [17; 26; 51].

Статистична обробка даних. Дані піддавали дисперсійному аналізу для схеми split-plot: перевірка ефектів факторів А і В та їх взаємодії А×В з урахуванням ієрархії джерел варіації (головні ділянки, підділянки, похибка головних ділянок, похибка підділянок). Порівняння середніх здійснювали за критерієм НР0,05; для відсоткових величин за необхідності застосовували арксин-перетворення. Розрахунки виконували у табличному процесорі з верифікацією вручну за стандартними алгоритмами дисперсійного аналізу [24; 29; 35].

2.4. Схема дослідження та агротехніка вирощування ячменю ярого

Дослідження проводили у 2025 році у фермерському господарстві «ОЛЛА» (Кам'янський район, Дніпропетровська обл.) на чорноземі середньосуглинкового гранулометричного складу. Попередник - кукурудза в зернобобовій ланці 7-пільної сівозміни (1 - пар; 2 - озима пшениця; 3 - кукурудза; 4 - ярий ячмінь; 5 - просо; 6 - ячмінь; 7 - соняшник). Після збирання кукурудзи проводили лушення стерні та основний обробіток відповідно до варіанта. Нормативи виконання технологічних операцій та вимоги до якості робіт узгоджені з поелементними картами і методичними рекомендаціями для зернових культур зони Степу [30; 41].

Фактори та схема розміщення. Фактор А - сорт ярого ячменю: МП Акцент, Ілот. Фактор В - спосіб основного обробітку ґрунту: полицевий (оранка плугом ПЛН-5-35 на 23–25 см) та мінімальний (дисковий культиватор БДМ 7×3 на 10–12 см із формуванням мульчувального шару). Дослід - у схемі розщеплених ділянок з трьома повтореннями: площа головної ділянки (за

фактором А) - 400 м²; площа підділянки (за фактором В) - 50 м²; облікова площа - 28 м². Розміщення головних ділянок - систематичне; підділянок - рендомізоване в межах кожної головної ділянки [24; 27].

Система основного й передпосівного обробітку. За полицевого обробітку - оранка ПЛН-5-35 на 23–25 см; за мінімального - БДМ 7×3 на 10–12 см з рівномірним розподілом подрібнених решток для зменшення випаровування вологи. Навесні по фізичній стиглості ґрунту виконували боронування БЗТС-1, за день до сівби - передпосівну культивуацію КУК-4 на 6–8 см для формування посівного ложа, руйнування ґрунтової кірки й зниження забур'яненості. У передпосівну культивуацію вносили аммофос у дозі 60 кг/га (фізична маса) як стартове локальне живлення [10; 29].

Сівба та норма висіву. Сівалка СЗ-3,6; глибина загортання насіння 6–8 см залежно від фактичної вологості посівного шару. Норма висіву - 4,5 млн схожих насінин/га (орієнтовна вагова норма 140 кг/га, уточнювали за масою 1000 зерен і лабораторною схожістю партії). Календарні дати сівби: 25 березня 2022 р. та 18 березня 2023 р. Контроль якості сівби включав перевірку рівномірності глибини, фактичної норми та рівномірності розподілу по рядках [24; 29].

Система догляду та захисту. У фазі кушіння для контролю однорічних дводольних бур'янів застосовували гербіцид Діален Супер у нормі 0,4 л/га; ефективність оцінювали візуально (через 10–14 діб) і за зміною кількісного складу бур'янів у пробних рамках [17; 26; 51]. Фунгіцидно-інсектицидні обробки проводили за потреби за результатами моніторингу та економічного порогу шкідливості. Мінеральне живлення, окрім стартового аммофосу, коригували за результатами агрохімічної діагностики поля (ДСТУ 4115-2002) і біологічними вимогами сорту [9; 10].

Збирання врожаю й післязбиральна доробка. Збирання проводили у фазі повної стиглості зерна комбайном Terrion SR2010 суцільним розділовим способом з облікової площі. Зерно очищали, зважували, коригували до 14 % вологості та 100 % чистоти для уніфікації показників урожайності; якість

(натура, маса 1000 зерен, протеїн) визначали за методиками, наведеними у підрозділі 2.3 [24; 29].

Обліки та розрахунки. Облік густоти стояння рослин, елементів структури врожаю, вологості та щільності ґрунту, а також розрахунок запасів продуктивної вологи виконували за реальними лабораторними та польовими процедурами, викладеними у підрозділі 2.3, із посиланням на ДСТУ та галузеві методики [1; 9; 10; 24; 29]. Статистичну обробку (ANOVA для split-plot, $NP0,05$) проводили окремо за роками та в середньому за два роки з перевіркою взаємодії факторів $A \times B$ [24; 35].

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Роль основного обробітку у формуванні щільності складення ґрунту

Вивчення щільності складення чорнозему в технологіях полицевого та мінімального обробітку є принциповим для наукового обґрунтування режимів води, повітря та температури в орному шарі, оскільки саме цей показник визначає інфільтрацію та акумуляцію опадів, газообмін і теплоперенос, механічний опір проникненню коренів та активність ґрунтових мікроорганізмів, а отже безпосередньо впливає на стартові умови формування посівів і кінцеву продуктивність ярого ячменю. За даними осінніх вимірювань 2024 р. перед виконанням основного обробітку стартовий стан поля був практично вирівняним: у варіанті оранки по шарах 0–10; 10–20; 20–30 см отримано 1,24; 1,32; 1,36 г/см³ при середньому 0–30 см 1,26 г/см³, тоді як у варіанті дискування відповідні значення становили 1,25; 1,33; 1,36 г/см³ при середньому 0–30 см 1,29 г/см³; міжсистемні відмінності перед втручанням у кожному шарі не перевищували $НІР_{05}=0,02$ г/см³ і статистично не підтверджувалися, що забезпечує коректність подальшого порівняння впливів (табл. 3).

Таблиця 3

Щільність складення ґрунту в осінній період у 2024 р., г/см³

Варіанти	Шар ґрунту, см	Перед обробітком	Після обробітку
Оранка	0-10	1,24	1,09
	10-20	1,32	1,18
	20-30	1,36	1,24
	0-30	1,26	1,16
Дискування	0-10	1,24	1,09
	10-20	1,32	1,18
	20-30	1,36	1,24
	0-30	1,26	1,16
$НІР_{05, г/см^2}$		0,02	0,03

Безпосередньо після полицевого обробітку зафіксовано істотне розуцільнення у верхніх 20 см профілю: у 0–10 см щільність знизилася до 1,09 г/см³ (зміна на 0,15 г/см³), у 10–20 см - до 1,18 г/см³ (0,14 г/см³), а в 20–30 см - до 1,24 г/см³ (0,12 г/см³), що в середньому по 0–30 см дало 1,16 г/см³; для мінімального обробітку дискування відмічено м'якший ефект, зниження у 0–10 см до 1,15 г/см³ (0,10 г/см³), у 10–20 см до 1,30 г/см³ (–0,03 г/см³) та фактичну стабільність 1,36 г/см³ у 20–30 см, при середньому 0–30 см 1,31 г/см³. Міжсистемні відмінності після втручання є виразними і перевищують НІР₀₅=0,03 г/см³ у всіх шарах: у 0–10 см 1,09 проти 1,15 г/см³ (0,06), у 10–20 см 1,18 проти 1,30 г/см³ (0,12), у 20–30 см 1,24 проти 1,36 г/см³ (0,12), що свідчить про значно глибше та рівномірніше розуцільнення профілю при оранці порівняно з дискуванням і створення кращого посівного ложа на осінній період.

Таблиця 4

Щільність складення ґрунту, г/см³ (2025 р.)

Варіанти	Шар ґрунту, см	Перед сівбою	Після збирання
Оранка	0-10	1,12	1,30
	10-20	1,20	1,32
	20-30	1,27	1,35
	середнє 0-30	1,21	1,32
Дискування	0-10	1,20	1,31
	10-20	1,27	1,34
	20-30	1,31	1,35
	середнє 0-30	1,25	1,33
НІР _{05, г/см²}		0,02	0,03

Динаміка 2025 р. показує сезонну трансформацію структури під дією природних факторів і технологічних операцій: перед сівбою у варіанті оранки щільність становила 1,12; 1,20; 1,27 г/см³ у шарах 0–10; 10–20; 20–30 см відповідно (середнє 0–30 см 1,21 г/см³), тоді як у варіанті дискування - 1,20; 1,27; 1,31 г/см³ (середнє 1,25 г/см³); порівняння між системами на цей момент вказує на достовірно нижчі значення при оранці у всіх шарах (0,08; 0,07; 0,04

г/см³ відповідно), що перевищує $НІР_{05}=0,02$ г/см³ і підтверджує збереження ефекту розуцільнення після зими та передпосівної підготовки.

Після збирання врожаю, коли на профіль діє сумарне навантаження ходових систем, атмосферні опади та процеси природного осідання, величини щільності збільшуються в обох технологіях і зближуються між собою: для оранки 1,30; 1,32; 1,35 г/см³ у шарах 0–10; 10–20; 20–30 см (середнє 1,32 г/см³), для дискування 1,31; 1,34; 1,35 г/см³ (середнє 1,33 г/см³); різниця між системами в кожному шарі та за середнім 0–30 см не перевищує $НІР_{05}=0,03$ г/см³ і статистично незначуща, що свідчить про конвергенцію фізичного стану ґрунту до кінця сезону.

У порівнянні «осінь 2024 після обробітку - перед сівбою 2025» для оранки простежується помірне сезонне ущільнення верхніх горизонтів (0–10: 1,09-1,12; 10–20: 1,18-1,20; 20–30: 1,24-1,27 г/см³), тоді як для дискування у верхньому 0–10 см також спостерігається зростання 1,15-1,20 г/см³, проте у 10–20 і 20–30 см показники знижуються 1,30-1,27 і 1,36-1,31 г/см³, що узгоджується з дією зимових циклів замерзання-відтавання та перерозподілом порового простору під мульчею.

Підсумовуючи, полицевий обробіток забезпечує істотно меншу щільність у посівному шарі відразу після виконання операції та зберігає перевагу до моменту сівби, що критично для енергії проростання та вирівняності сходів ярого ячменю; мінімальний обробіток формує більш помірний ефект, локалізований переважно у верхніх 10 см, з менш вираженою зміною середніх значень за профілем, але демонструє структурну стабілізацію і близькі до оранки показники наприкінці вегетації, коли сумарний вплив технологічного навантаження нівелює початкові відмінності; у практичному вимірі це означає, що за необхідності максимально полегшити механічний опір у посівному горизонті доцільно застосовувати оранку, тоді як для збереження профільної вологи та обмеження енерговитрат мінімальний обробіток є повноцінною альтернативою без статистично значущого погіршення щільності ґрунту на кінець сезону.

3.2. Вплив способів основної обробки на пористість ґрунту

Вивчення пористості орного шару є ключовим для наукового обґрунтування технологій вирощування ярого ячменю у Степовій зоні, оскільки загальна пористість інтегрує наслідки механічного обробітку для водного, повітряного та теплового режимів, визначає інфільтрацію та утримання опадів, а також механічний опір коренеутворенню й активність ґрунтової мікробіоти; зазвичай продуктивні агроценози формуються за пористості близько 50–60 %, що відповідає об'ємній масі 1,05–1,33 г/см³ для мінеральних ґрунтів.

Представлені результати засвідчують істотну перевагу полицевого обробітку в частині передпосівного структурного стану: перед сівбою пористість у варіанті оранки становила 58,18 %, тоді як за дискування - 54,19 %, різниця 3,99 в. п. перевищує НІР₀₅=1,3 % і є статистично достовірною.

За цими величинами оцінена імпліцитна об'ємна маса дорівнює приблизно 1,11 г/см³ для оранки проти 1,21 г/см³ для дискування, що узгоджується з отриманими у попередніх підрозділах показниками щільності складення перед сівбою і безпосередньо відображає полегшений механічний опір у посівному ложі для насіння і проростків ячменю після полицевого обробітку (табл. 5).

Таблиця 5

Пористість ґрунту залежно від способів основного обробітку ґрунту, % (2025 р.)

Варіанти	Шар ґрунту, см	Перед сівбою	Після збирання
Оранка	0-30	58,18	52,72
Дискування	0-30	54,19	48,79
НІР ₀₅ , %		1,3	1,4

Упродовж вегетаційного періоду спостерігалось очікуване зниження пористості внаслідок природного осідання, зволоження-ущільнення під опадами та навантаження ходових систем: у варіанті оранки пористість зменшилася до 52,72 % (зниження на 5,46 в. п., або орієнтовно на 9,4 % від

початкового рівня), тоді як за дискування - до 48,79 % (зниження на 5,40 в. п., близько 10,0 %), причому міжсистемна різниця після збирання зберігається на рівні 3,93 в. п. і перевищує $НІР_{05}=1,4\%$, що також підтверджує її достовірність.

Перерахунок у термінах об'ємної маси додатково підкреслює різноспрямованість трансформацій: наприкінці сезону імпліцитна ρ_b становить близько 1,25 г/см³ для оранки та 1,36 г/см³ для дискування, тобто профіль після мінімального обробітку накопичує більше механічного ущільнення за сумарного впливу сезонних факторів.

Порівняння фаз «перед сівбою - після збирання» в межах кожної системи демонструє близьку амплітуду сезонної втрати порового простору (приблизно 5,4–5,5 в. п.), що свідчить про домінуючу роль кліматичних і технологічних навантажень у періоді вегетації, водночас стартовий запас пористості після оранки забезпечує кращі повітряно-водні умови на етапі проростання і кущення, які є критичними для формування густоти стеблостою та структури врожаю.

Таким чином, у розрізі 2025 року полицевий обробіток забезпечив статистично вищу пористість як перед сівбою, так і після збирання, тоді як дискування формувало нижчі значення й більшу імпліцитну об'ємну масу; практично це означає, що за потреби максимізувати аерацію та інфільтрацію у посівному горизонті ранньовесняного періоду доцільно віддавати перевагу оранці, водночас застосування мінімального обробітку вимагає обов'язкового менеджменту колійності, тиску в шинах, контролю вологості та маси пожнивних решток для обмеження сезонного ущільнення, щоб зберегти прийнятний рівень пористості до завершення вегетації без компромісів для потенціалу врожайності.

3.3. Зміна вологості ґрунту під впливом основного обробітку

Вивчення вологості орного шару за різних систем основного обробітку є визначальним для технологічної оптимізації ярого ячменю у Степовій зоні, оскільки саме профільне зволоження 0–30 см задає стартовий водний режим

проростання, кущення й раннього наростання вегетативної маси, визначає швидкість зімкнення пологів, інтенсивність транспірації та кінцеву «ємність» наливу зерна; на відміну від суто агрохімічних чинників, водозабезпечення поєднує у собі вплив інфільтрації, капілярного підняття, випаровування й поглинання кореневою системою, а отже є інтегральним індикатором того, як механічно сформований посівний горизонт (через оранку чи дискування) перетворює погодні імпульси у доступну для рослин вологу.

Отримані у 2025 р. результати показують, що перед сівбою обидві системи забезпечили дуже близький запас ґрунтової вологи в усіх горизонтах: за оранки 23,6 і 23,5 % у шарах 0–10 та 10–20 см і 15,5 % у 20–30 см при середньому 0–30 см 19,5 %, тоді як за дискування 23,2; 22,9 і 15,1 % відповідно при середньому 19,0 %; різниця між способами становила лише 0,4–0,6 відс. п. у верхніх 20 см і 0,4 відс. п. у 20–30 см, а за середнім профілем 0–30 см - 0,5 відс. п., що менше за $НІР_{05}$ для фактора В (1,4 %) і свідчить про статистично недостовірну перевагу оранки на весняному старті (табл. 7).

Таблиця 7

Вологість ґрунту, % (2025 р.)

Варіанти	Шар ґрунту, см	Перед сівбою	Після збирання
Оранка	0-10	23,6	16,9
	10-20	23,5	17,1
	20-30	15,5	13,9
	середнє 0-30	19,5	15,5
Дискування	0-10	23,2	16,5
	10-20	22,9	16,6
	20-30	15,1	13,6
	середнє 0-30	19,0	15,1
$НІР_{05}, \%$			
Фактор А		1,3	1,1
Фактор В		1,4	1,2
Фактор АВ		1,6	1,4

Після збирання тенденція збереглася: 16,9; 17,1; 13,9 % і середнє 15,5 % за оранки проти 16,5; 16,6; 13,6 % і середнє 15,1 % за дискування, тобто різниця

0,3–0,5 відс. п. у шарах і 0,4 відс. п. у середньому знову нижча за $НІР_{05}$ для фактора В (1,2 %), що означає відсутність статистично значущого впливу способу обробітку на підсумковий вологозапас профілю до кінця вегетації.

Динаміка сезонного використання вологи майже ідентична в обох системах: у верхніх 0–10 і 10–20 см шарів втрата склала близько 6,4–6,7 %, тоді як у 20–30 см - лише 1,5–1,6 %; середнє зменшення по 0–30 см дорівнює 4,0 відс. п. за оранки і 3,9 % за дискування, що відображає біологічну специфіку ярого ячменю з переважним використанням води з верхньо-середніх горизонтів та коротким вегетаційним періодом, упродовж якого глибші запаси залучаються слабше.

З практичного погляду, навіть невелика різниця порядку 0,5 % за середнім 0–30 см, попри статистичну несуттєвість, інтерпретується як тенденція: за типових для чорноземів об'ємних мас 1,25–1,30 г/см³ це відповідає лише 1,8–2,0 мм води в шарі 0–30 см, тобто вплив способу основного обробітку на профільний запас вологи у рік дослідження був істотно «перекритий» погодними чинниками та уніфікуючими весняними прийомами передпосівного догляду.

Надані пороги $НІР_{05}$ для факторів А (1,3 % перед сівбою і 1,1 % після збирання) та взаємодії АВ (1,6 і 1,4 %) свідчать, що навіть за потенційних сортових відмінностей і комбінованого впливу сорт × обробіток, які враховувалися у повній моделі досліду, очікуваний ефект на вологонакопичення не перевищив межі істотності, що узгоджується з фізичною логікою процесу: сорт не здатний істотно змінити вологоємність і випаровуваність профілю у масштабі до сівби та після жнив.

Таким чином, за умов 2025 року обидві системи основного обробітку забезпечили зіставні запаси продуктивної вологи на старті й завершенні вегетації, з незначною, але послідовною перевагою оранки в усіх горизонтах, тоді як основну амплітуду висушування сформували атмосферні умови й споживання води посівом у верхніх 20 см; отже, вибір між оранкою та дискуванням доцільно робити з огляду на інші критерії - фізична структура,

пористість, забур'яненість і економіка - бо сам по собі вплив на профільну вологість у досліджуваній рік був статистично незначущим, хоча у роки з дефіцитом зимово-весняної вологи або за іншої структури покривних решток ця тонка тенденція може трансформуватися у виразнішу різницю у водному балансі на користь тієї чи іншої системи.

3.4. Фактична забур'яненість посівів ячменю ярого залежно від різних способів основного обробітку ґрунту

Вивчення актуальної забур'яненості ярого ячменю має ключове значення для технологічного й економічного результату в Степовій зоні, адже щільність і маса бур'янів визначають стартову конкуренцію за вологу й поживні елементи, інсоляцію посіву, ефективність використання гербіцидів і, зрештою, фракційний склад та виконаність колоса; саме динаміка забур'янення між фазами «вихід у трубку» та «повна стиглість» показує, наскільки фізичний стан посівного горизонту, сформований основним обробітком, трансформується у здатність посіву швидко зімкнути рядки, пригнітити падалицю й ярові види та мінімізувати повторні хвилі сходів.

Отримані дані за 2025 р. однозначно засвідчують перевагу полицевого обробітку над дискуванням і, водночас, кращу конкурентну спроможність сорту МІП Акцент порівняно з Ілотом (табл. 8).

Таблиця 8

Актуальна забур'яненість посівів ячменю ярого, шт./м² (2025 р.)

Сорт (А)	Обробіток ґрунту (В)	Фази визначення		Повітряно суха маса, г/м ²
		Вихід в трубку	Повна стиглість	
МІП Акцент	Оранка	27	19	15
	Дискування	42	36	32
Ілот	Оранка	31	23	17
	Дискування	48	39	37
НІР ₀₅				
Фактор А		2	1	2
Фактор В		3	2	3
Взаємодія АВ		3	3	3

У фазі виходу в трубку на варіанті «оранка» чисельність бур'янів становила 27 шт./м² у Акценту та 31 шт./м² у Ілота, тоді як за дискування – відповідно 42 і 48 шт./м²; зменшення від оранки відносно дискування склало 35,7 % у Акценту (42–27) і 35,4 % у Ілота (48–31), а різниці між способами в межах сорту перевищили НІР₀₅ для фактора В (3 шт./м²) і є статистично достовірними; сортові відмінності в межах одного способу також суттєві: за оранки Ілот мав на 4 шт./м² більше, ніж Акцент (31 проти 27), а за дискування - на 6 шт./м² більше (48 проти 42), що перевищує НІР₀₅ для фактора А (2 шт./м²).

До фази повної стиглості чисельність бур'янів закономірно зменшилася завдяки зімкненню положу та дії гербіциду: за оранки 19 шт./м² у Акценту і 23 шт./м² у Ілота, за дискування 36 і 39 шт./м² відповідно; відносне зниження чисельності для Акценту від дискування до оранки становило 47,2 % (36–19), для Ілота – 41,0 % (39–23), при цьому різниці між способами знову перевищують НІР₀₅ для В (2 шт./м²), а між сортами – НІР₀₅ для А (1 шт./м²).

Паралельно з чисельністю змінювалася і повітряно-суха маса бур'янів за підсумком сезону: 15 г/м² у Акценту та 17 г/м² у Ілота на оранці проти 32 і 37 г/м² на дискуванні; тобто полицевий обробіток зменшив біомасу відносно дискування на 53,1 % у Акценту (32–15) і на 54,1 % у Ілота (37–17), а відмінності між способами й сортами перевищують НІР₀₅ для відповідних чинників (В – 3 г/м²; А – 2 г/м²; у порівнянні комбінацій різниці сягають і дорівнюють НІР₀₅ для взаємодії АВ = 3 г/м², що для маси вказує на межовий прояв модифікувального ефекту сорту, тоді як для чисельності у фазах «вихід у трубку» і «повна стиглість» взаємодія практично відсутня).

Важливо, що Акцент послідовно мав нижчу засміченість, ніж Ілот, як за оранки 4 шт./м² у виході в трубку та 4 шт./м² на стиглості; 2 г/м² за масою), так і за дискування (6; 3 шт./м² і 5 г/м² відповідно), що свідчить про вищу конкурентність цього сорту; водночас домінуючу роль у контролі забур'янення відігравав спосіб основного обробітку: саме він формував найбільшу частку варіабельності, різко знижуючи і чисельність, і біомасу

бур'янів. Узгодження цих результатів із раніше показаними змінами щільності складення та пористості ґрунту пояснює механізм: після оранки нижчий механічний опір, краща інфільтрація та аерація посилюють ранній ріст і кущення ячменю, прискорюють зімкнення пологу і зменшують ресурсну базу для пізніших хвиль бур'янів, тоді як за дискування довше зберігається «вікно» для другої хвилі сходів, тож навіть за однакової гербіцидної схеми підсумкове навантаження бур'янами суттєво вище.

Отже, у 2025 році полицевий обробіток забезпечив статистично значуще зниження чисельності бур'янів у ключових фенологічних фазах і більш ніж удвічі зменшив їх повітряно-суху масу порівняно з дискуванням, а добір більш конкурентоспроможного сорту МПІ Акцент додатково знижував забур'янення в межах обох фонів; практично це означає, що комбінація оранки зі сортом Акцент формує найнижчий бур'яновий прес і найкращі передумови для стабільної реалізації потенціалу врожайності, тоді як застосування дискування потребує посиленого моніторингу й можливої корекції захисту для компенсації підвищеної чисельності й біомаси бур'янів.

3.5. Вплив способів основного обробітку ґрунту на біометричні показники ярого ячменю

Вивчення біометричних параметрів ярого ячменю в розрізі систем основного обробітку є ключовим для наукового обґрунтування технології в умовах Степу, оскільки саме ці показники віддзеркалюють, як фізичний стан орного шару - щільність складення, пористість, водопроникність, тепловий і повітряний режими - трансформуються у морфогенез рослини, формування продуктивного стеблостою та архітектоніку колоса, що в підсумку визначає рівень і стабільність урожайності; загальна кущистість характеризує потенціал формування пагонів, продуктивна кущистість показує частку пагонів, які реально несуть колос і зерно, висота рослин відображає інтенсивність стеблоутворення й конкурентність посіву за світло, тоді як довжина колоса є

наближеним індикатором потенційної зернистості (числа й виконаності колосків) за однакових умов живлення.

Отримані дані 2025 року демонструють перевагу полицевого обробітку для обох сортів та суттєві міжсортіві відмінності в архітектоніці генеративних органів: у МПП Акцент оранка забезпечила загальну кущистість 2,09 і продуктивну 1,48 проти 1,91 і 1,29 за дискування, що відповідає приросту приблизно на 9–10 % за загальною і на 14–15 % за продуктивною кущистістю; одночасно висота рослин зросла з 68 до 87 см (близько +28 %), а довжина колоса - з 7,7 до 8,8 см (+14 %), тобто поліпшення фізичного стану посівного горизонту після оранки трансформувалося і в більшу кількість продуктивних пагонів, і в виразніше подовження колоса, що прямо пов'язано з майбутньою зернистістю.

Сорт Ілот відреагував подібно за спрямованістю, але з іншими акцентами: при оранці загальна кущистість зросла з 1,85 до 2,01 (+9 %), продуктивна - з 1,24 до 1,46 (+18 %), висота - з 76 до 83 см (+9 %), тоді як довжина колоса додала з 5,3 до 6,7 см (+26 %), тобто для Ілота ефект оранки особливо яскраво проявився у генеративній сфері - подовженні колоса - при дещо скромнішому прирості висоти, ніж у Акценту (табл. 9).

Таблиця 9

Вплив основного обробітку ґрунту на біометричні показники рослин ячменю ярого (2025 рр.)

Сорт	Обробіток ґрунту	Кущистість		Висота рослин, см	Довжина колоса, см
		загальна	продуктивна		
МПП Акцент	Оранка	2,09	1,48	87	8,8
	Дискування	1,91	1,29	68	7,7
Ілот	Оранка	2,01	1,46	83	6,7
	Дискування	1,85	1,24	76	5,3

Порівняння сортів у межах одного способу обробітку показує стабільну перевагу МПП Акцент за параметрами, що безпосередньо пов'язані з потенціалом продуктивності: за оранки він мав практично однакову з Ілотом продуктивну кущистість (1,48 проти 1,46), трохи більшу висоту (87 проти 83

см, +4,8 %), але істотно довший колос - 8,8 проти 6,7 см, що дорівнює +2,1 см або +31 % і свідчить про вищий потенціал зернистості; за дискування Акцент утримав перевагу за загальною і продуктивною кущистістю (1,91 і 1,29 проти 1,85 і 1,24), а також знову значно перевищив Ілот за довжиною колоса - 7,7 проти 5,3 см (різниця 2,4 см, +45 %), хоча поступився за висотою (68 проти 76 см, $\approx -10-11$ %), що вказує на різні стратегії розподілу асимілятів: Акцент навіть за мінімального обробітку інвестує більше у генеративний орган при компактнішій стебловій масі, тоді як Ілот частіше «відпрацьовує» у висоту, але з коротшим колосом.

Додатково важливим є співвідношення продуктивних і загальних пагонів як індикатор конверсії потенціалу у врожай: у Акцент воно становило 70,8 % за оранки проти 67,5 % за дискування, у Ілот - 72,6 % за оранки проти 67,0 % за дискування, тобто полицевий обробіток не лише стимулює кущення, а й підвищує частку саме продуктивних пагонів, що відповідає кращій синхронізації розвитку і меншій редукції стебел у фазах дефіциту води.

Сукупно ці закономірності узгоджуються з фізичними змінами ґрунту після оранки - зниженням механічного опору, кращим повітряним і водним режимами на старті вегетації - і пояснюють, чому оранка формує вищу врожайності: у Акцент вона підсилює і чисельність продуктивних пагонів, і «ємність» колоса, у Ілота - істотно покращує генеративний блок при стабілізації стеблостою; водночас мінімальний обробіток, хоч і забезпечує прийнятні параметри кущення, супроводжується скороченням довжини колоса і, для Ілота, менш виразним приростом продуктивних пагонів, що обмежує потенціал зернистості.

Отже, у 2025 році полицевий обробіток створив біометричні передумови для вищої реалізації продуктивності в обох сортів, із найбільшою вигодою для МПП Акцент, який стабільно утримував перевагу за довжиною колоса і продуктивною кущистістю незалежно від системи обробітку, тоді як дискування виявило генотипові відмінності у перерозподілі ростових ресурсів: для Акценту - у бік колоса за зниження висоти, для Ілота - у бік

стебла за скорочення колоса, що має прямі наслідки для потенціалу врожаю і підтверджує важливість поєднання адаптованого сорту з технологією, що оптимізує фізичний стан посівного горизонту на старті вегетації.

3.6. Формування врожайності ярого ячменю під впливом основного обробітку ґрунту

Вивчення впливу систем основного обробітку ґрунту на врожайність ярого ячменю є принципово важливим для степових агроландшафтів, де лімітувальним чинником виступає волога, а стартові фізичні властивості посівного горизонту визначають енергію проростання, густоту стеблостою, інтенсивність кущення й подальшу реалізацію потенціалу сорту; механічне розуцільнення верхніх шарів через поліпшення пористості та водопроникності зменшує механічний опір для коренів, покращує аерацію й використання ранньовесняних запасів вологи, тоді як надмірна щільність і слабка структурність після мінімального втручання можуть посилювати конкуренцію за ресурси в критичні фази органогенезу і погіршувати налив зерна.

Отримані результати свідчать, що в 2025 р. головні ефекти і взаємозв'язки «сорт × обробіток» проявилися чітко і статистично переконливо: за полицевого обробітку середній рівень урожайності склав 2,94 т/га, тоді як за дискування - 2,61 т/га, різниця 0,33 т/га перевищує НІР₀₅ для фактора В (0,07 т/га) і є достовірною; таким чином, оранка забезпечила приріст урожайності на 12,6 % відносно дискування, що узгоджується з кращим передпосівним фізичним станом орного шару (табл. 10).

Сортовий чинник також був вагомим: МПП Акцент у середньому дав 2,93 т/га проти 2,63 т/га у сорту Ілот, тобто перевага 0,30 т/га перевищує НІР₀₅ для фактора А (0,06 т/га) і становить близько 11,4 %; це підтверджує вищу здатність Акценту реалізувати продуктивність за даних умов.

Порівняння комбінацій факторів показує однаковий за величиною відгук обох сортів на полицевий обробіток: у МПП Акцент перехід від дискування до

оранки підвищив врожайність із 2,76 до 3,09 т/га (+0,33 т/га, +12,0 %), у сорту Ілот - із 2,46 до 2,79 т/га (+0,33 т/га, +13,4 %); обидві різниці значно перевищують поріг для порівняння комбінацій ($НІР_{05}$ для взаємодії АВ = 0,10 т/га), отже прості ефекти способу обробітку в межах кожного сорту достовірні.

Таблиця 10

**Вплив різних основного обробітку ґрунту
на врожайність зерна ячменю ярого, т/га**

Сорт (А)	Обробіток ґрунту (В)	2025
МПП Акцент	Оранка	3,09
	Дискування	2,76
Ілот	Оранка	2,79
	Дискування	2,46
$НІР_{05}$	фактор А	0,06
	фактор В	0,07
	взаємодія АВ	0,10

Між сортами в межах одного способу також зафіксовано стабільну перевагу Акценту: за оранки 3,09 проти 2,79 т/га (0,30 т/га, +10,8 %), за дискування 2,76 проти 2,46 т/га (0,30 т/га, +12,2 %), що в обох випадках перевищує $НІР_{05}=0,10$ т/га для порівняння комбінацій і підтверджує сталість сортової різниці в різних фонах обробітку.

Відсутність перехрещення реакцій і однакова величина приросту від оранки у двох сортів (0,33 т/га) свідчать про практично паралельні відгуки і відсутність помітної модифікуючої ролі сорту щодо ефекту обробітку, тобто головні фактори діють адитивно: полицевий обробіток підвищує врожайність і для більш продуктивного Акценту, і для Ілота на однакову абсолютну величину, не змінюючи їх ієрархії. Сукупно найвищий показник отримано в комбінації «МПП Акцент × оранка» - 3,09 т/га, найнижчий - «Ілот × дискування» - 2,46 т/га; амплітуда варіювання між крайніми варіантами становить 0,63 т/га, що відображає сумарний внесок як фізичного стану ґрунту, сформованого системою основного обробітку, так і сортових відмін у архітектоніці стеблостою та інтенсивності наливу.

Практичний висновок полягає в тому, що за умов Північного Степу інвестування в полицевий обробіток під ярий ячмінь економічно обґрунтоване за рахунок стабільного додатку врожайності 0,30–0,33 т/га незалежно від сорту, а вибір сорту МІП Акцент забезпечує додаткову перевагу 0,30 т/га на обох фонах; за дефіциту вологи і потреби швидкого старту культури поранений, розуцільнений посівний горизонт, сформований оранкою, є визначальним для реалізації потенціалу, тоді як застосування дискування доцільне лише за умов, коли пріоритетом є економія енерговитрат і збереження пожнивних решток, оскільки воно супроводжується достовірно нижчою врожайністю без зміни відносного рейтингу сортів.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНА ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

Економічна оцінка технологій вирощування ярого ячменю є критично важливою для ухвалення виробничих рішень у степовій зоні, де рентабельність культури визначається не лише біологічним потенціалом сорту, а й тим, наскільки система основного обробітку трансформує витрати в додану вартість через урожайність і якість зерна; саме показники валової виручки, собівартості, умовно чистого прибутку та рівня рентабельності дозволяють зіставити технологічні стратегії за критерієм «гривня на гривню витрат» і оцінити запас фінансової стійкості до цінових та погодних коливань.

Подані результати за 2025 р. демонструють, що полицевий обробіток створив відчутну економічну перевагу для обох сортів, причому найбільший економічний ефект зафіксовано у варіанті «МПП Акцент × оранка»: за врожайності 3,09 т/га валова вартість становила 29 664 грн/га, при виробничих витратах 18 457,2 грн/га собівартість 1 т дорівнювала 5 973,2 грн, умовно чистий прибуток - 11 206,8 грн/га, а рівень рентабельності - 60,7 %, що є найвищим серед комбінацій; перехід до дискування на цьому ж сорті зменшив урожайність до 2,76 т/га і валову вартість до 26 496 грн/га при дещо менших витратах 18 125,0 грн/га, однак собівартість 1 т зросла до 6 567,0 грн, а прибуток і рентабельність просіли до 8 371,0 грн/га та 46,2 % відповідно, тобто полицевий обробіток забезпечив додаткові +2 835,8 грн/га прибутку і +14,5 відсоткових пунктів рентабельності на тлі фактичного зниження собівартості одиниці продукції на 593,8 грн/т; аналогічна картина спостерігається для сорту Ілот, де оранка дала 2,79 т/га і 26 784 грн/га виручки при витратах 17 925,1 грн/га, що відповідає собівартості 6 424,7 грн/т, прибутку 8 858,9 грн/га і рентабельності 49,4 %, тоді як дискування з урожаєм 2,46 т/га сформувало 23 616 грн/га виручки, 17 298,3 грн/га витрат, собівартість 7 031,8 грн/т, прибуток 6 317,7 грн/га і рентабельність 36,5 %; економічний виграш оранки щодо

дискування для Ілота становив +2 541,2 грн/га прибутку і +12,9 п.п. рентабельності при зменшенні собівартості на 607,1 грн/т (табл. 11).

Таблиця 11

**Економічна ефективність вирощування зерна ячменю ярого
залежно від обробітку ґрунту (2025 р.)**

Сорт	Обробіток ґрунту	Врожайність, т/га	Валова вартість продукції, грн/га	Виробничі витрати, грн/га	Собівартість 1 тони зерна, грн	Умовно чистий прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %
МПП Акцент	Оранка						
	оранка	3,09	29664	18 457,2	5 973,2	11 206,8	60,7
	дискування	2,76	26496	18 125,0	6 567,0	8 371,0	46,2
Ілот	Дискування						
	оранка	2,79	26784	17 925,1	6 424,7	8 858,9	49,4
	дискування	2,46	23616	17 298,3	7 031,8	6 317,7	36,5

Порівняння сортів у межах одного способу обробітку підтверджує стабільну перевагу МПП Акцент: за оранки він перевищив Ілот за прибутком на 2 347,9 грн/га (11 206,8 проти 8 858,9) і за рентабельністю на 11,3 % (60,7 проти 49,4) при нижчій собівартості 5 973,2 проти 6 424,7 грн/т; за дискування різниця теж на користь Акценту - 2 053,3 грн/га прибутку (8 371,0 проти 6 317,7) і 9,7 п.п. рентабельності (46,2 проти 36,5) при нижчій собівартості 6 567,0 проти 7 031,8 грн/т.

Оцінка цінової стійкості через порівняння ринкової ціни реалізації з порогом беззбитковості (собівартістю 1 т) показує, що «МПП Акцент × оранка» має найбільший запас міцності: різниця між ціною реалізації та порогом становить близько 3,6 тис. грн/т, тоді як у «Ілот × дискування» цей запас найменший - близько 2,6 тис. грн/т; практично це означає, що за однакового шокового зниження ціни саме варіант із найнижчою собівартістю довше зберігатиме прибутковість.

Сукупна амплітуда варіювання прибутку між найкращою і найгіршою комбінаціями сягає 4 889,1 грн/га, а рентабельності - 24,2 %, що відображає

додатковий внесок сортових і технологічних факторів, зумовлений фізичним станом профілю ґрунту на старті вегетації, ефективністю використання ґрунтової вологи та фотосинтетичного потенціалу посіву.

Таким чином, для умов 2025 року економічно оптимальною є стратегія, яка поєднує сорт МПІ Акцент з оранкою, адже вона мінімізує собівартість одиниці продукції та максимізує валову маржу і рентабельність; дискування може використовуватися як інструмент ресурсозбереження за обмежень пального або потреби в утриманні мульчі, однак слід зважати на достовірне зниження прибутковості і вищу собівартість 1 т зерна, особливо у менш продуктивного сорту, що підвищує ризики втрати економічної стійкості за несприятливої кон'юнктури цін.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Дослідження стану охорони праці в фермерському господарстві

Організація охорони праці в фермерському господарстві «ОЛЛА» Синельниківського району Дніпропетровської області базується на основі положень з охорони праці в Україні, які встановлені і регламентується «Конституцією України, Кодексом законів про працю, Законом України» «Про охорону праці», а також розробленими на їх основі відповідними нормативними актами, та іншими джерелами інформації [6].

За стан охорони праці відповідає керівник – директор фермерського господарства «ОЛЛА», який в межах службової компетенції та посадових обов'язків діє згідно «Постанови Верховної Ради України, Кабінету Міністрів України з питань охорони праці, додержуючись вимог закону «Про охорону праці» та інших нормативних актів» [6].

У відповідності з «Типовим положенням про навчання та перевірку знань з питань охорони праці в господарстві встановлено порядок і види навчання з охорони праці робітників. Своєчасність навчання з охорони праці контролює керівник господарства» [6].

В фермерському господарстві «ОЛЛА» головний агроном виконує обов'язки фахівця з охорони праці за сумісництвом. В його обов'язки входить «проведення вступного інструктажу з особами, які оформляються на роботу» [6]. Проходження працівниками інструктажу відмічається в «журналі реєстрації вступного інструктажу з питань охорони праці» [6].

5.2. Аналіз виробничого травматизму в фермерському господарстві

При підготовці кваліфікаційної роботи та виконання індивідуального завдання з аналізу виробничого травматизму в господарстві «ОЛЛА» було зафіксовано один нещасний випадок за період 2024–2025 рр. Аналіз було виконано на підставі «Річного звіту про нещасні випадки на виробництві»

Для аналізу виробничого травматизму в господарстві було застосовано стандартний статистичний метод за останні два роки. За останні два роки кількість працівників була незмінною, а саме: 15 чоловік. Один випадок виробничого травматизму було зафіксовано в 2022 році (табл. 12).

Коефіцієнт частоти травматизму:

$$K_{\text{чт}} = \frac{T}{P} \times 1000 = \frac{1}{15} \times 1000 = 43,5$$

де Т – кількість нещасних випадків;

Р – кількість працівників;

1000 – перерахування на 1000 працівників.

Коефіцієнт важкості травматизму:

$$K_{\text{вт}} = \frac{Д}{Т} = \frac{12}{1} = 12$$

де Д – кількість непрацевдатних днів.

Коефіцієнт втрати робочого часу:

$$K_{\text{чт}} = \frac{Д}{P} \times 1000 = \frac{14}{20} \times 1000 = 288$$

Таблиця 12

Аналіз нещасних випадків та виробничого травматизму в фермерському господарстві

Показники травматизму	2024 рік	2025 рік
Кількість працюючих людей	15	15
Кількість нещасних випадків	1	–
Кількість днів непрацевдатності, діб		–
- від травматизму	15	–
- від захворювання		–
Втрати, тис. грн:		–
- від травматизму	2,5	–
- від захворювання		–
Коефіцієнт травматизму	43,5	–
Коефіцієнт важкості травматизму	12	–
Коефіцієнт втрати робочого часу	288	–

При розрахунках виробничого травматизму використовували статистичний метод в фермерському господарстві за останні 2 роки. Згідно цьому, маючи кількість працівників за 2 роки, відповідно: 2024 р. – 16, 2025 р. – 16 людина та один нещасний випадок у 2024 році розрахуємо та занесемо в таблицю наступні дані.

В результаті аналізу виробничого травматизму в господарстві було встановлено, що працювало в 2024–2025 році 16 працівник, в 2024 році стався один нещасний випадок з 1 працівником.

5.3. Вимоги охорони праці під час перемішування, заправки та внесення пестицидів

Запобігання забрудненню вод і ґрунту. Усі операції зі змішування та заправки виконують на спеціально облаштованому майданчику з твердим покриттям і системою локалізації розливів. Поверхня має мати бортики (лоток/жолоб) або іншу перепону, яка утримає щонайменше об'єм найбільшої ємності + 10% запасу. Майданчик розташовують на безпечній відстані від відкритих водойм, колодязів, дренажів і водостоків; стоки не повинні мати прямого виходу у каналізацію чи яр. Заборонено влаштовувати змішувальний вузол у місцях, де пролита рідина може безперешкодно потрапити в воду. При потребі формують земляні валики або ставлять переносні бар'єри, щоб змінити напрямок можливого потоку і зібрати розлив у піддон/ємність. Водозабірні шланги обладнують гідророзривом або антисифонним клапаном - «зворотний підсос» у джерело води неприпустимий.

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) і допуск до робіт. До робіт допускаються лише навчені працівники після медогляду, інструктажу та перевірки знань з ОП і безпечного поводження з ЗЗР. Перед відкриванням будь-якої тари оператор повинен повністю одягнути ЗІЗ, зазначені в етикетці та паспорті безпеки (SDS) конкретного препарату. Базовий комплект: хімічностійкі рукавиці (нітрил/бутил/ПВХ), фартух або комбінезон із хімізахисним покриттям (рекомендовано із нагрудником), захисні окуляри або

лицьовий щиток, закрите взуття. Для робіт з пилом і аерозолями - фільтрувальний респіратор класу P2/P3; для парів органічних розчинників - картриджі типу A/B (або інші згідно SDS). Для тривалого переливання чи роботи з агресивними формуляціями доцільні нарукавники. ЗІЗ обліковують персонально, зберігають окремо від побутового одягу, перуть/деконтамінують централізовано; прати вдома заборонено.

Відкривання й підготовка тари. Тару розкривають на рівній стійкій поверхні гострим ножем/різаком, не розриваючи упаковку «на вазі». Ємності розміщують так, щоб після зриву пломби рідина не могла самовільно витекти. Під час відкривання порошкових форм не нахиляються над горловиною, щоб не вдихати пил. Кожне відкриття/дозування одразу завершують щільним закручуванням кришки.

Переміщення, переливання та заправка. Під час перенесення та переливу ємність утримують нижче рівня обличчя; працюють з підвітряного боку, аби потік повітря відносив можливі бризки від оператора. Сифонування ротом суворо заборонене. Шлангові з'єднання - герметичні, справні; ковпачки і пробки тримають зачиненими, ємності не залишають без нагляду. Будь-який пролив одразу локалізують сорбентом, збирають у промарковану тару для утилізації. Якщо розчин потрапив на одяг або шкіру - забруднений одяг негайно зняти, шкіру промити водою з милом, ЗІЗ замінити чистими.

Сумісність препаратів і «банковий тест». Перед приготуванням бакових сумішей обов'язково звіряють сумісність за етикетками/рекомендаціями виробників і виконують пробне змішування в невеликій посудині з тією ж водою. Ознаки несумісності: інтенсивне піноутворення, «зварювання» у гель/пластівці, випадіння осаду, нагрівання баночки. За таких проявів суміш застосовувати не можна. Навіть за відсутності видимих реакцій нову комбінацію вперше випробовують на невеликій площі поля.

Порядок завантаження компонентів і підготовка робочого розчину. Щоби уникнути осаду і піни, дотримуються сталої послідовності внесення у

бак з частковою порцією води та ввімкненою мішалкою: змочувані порошки (WP), водорозчинні гранули/сухі концентрати (WG/DF); суспензійні концентрати (SC/CS/FS); водорозчинні концентрати (SL); емульсійні концентрати (EC/SE); та д'юванти/ПАР і мікродобрива - останніми.

Воду доливають поступово, підтримуючи рекомендований виробником діапазон рН та жорсткості (за потреби застосовують кондиціонери води). Сухі форми засипають при працюючій мішалці, уникаючи пиління.

Умови внесення, контроль знесення та санітарні відстані. Обробіток виконують за сприятливої погоди: швидкість вітру орієнтовно 2–4 (до 5) м/с без термічної інверсії, температура бажано нижча за +25...+28 °С, відносна вологість понад 40%. Для мінімізації знесення обирають форсунки з крупною–дуже крупною краплею, витримують висоту штанги ~50 см над ціллю, робочу швидкість 6–12 км/год і тиск у межах рекомендацій виробника. Біля водойм, пасік, житлових зон - дотримуються санітарно-захисних відстаней, крайні секції штанги відключають завчасно. За посилення вітру, появи інверсії чи загрози опадів роботи припиняють.

Перебування на оброблених площах, передзбиральні інтервали. Сторонні особи та тварини не допускаються в зону внесення. Після обробітку встановлюють попереджувальні знаки/стрічку. Повторний вхід (REI) - не раніше строку, зазначеного на етикетці; якщо строк не визначено, - після повного висихання робочого розчину і в базових ЗІЗ. Передзбиральний інтервал (PHI) витримують у відповідності до інструкцій препарату.

Огляди, калібрування і технічне обслуговування. Перед сезоном і періодично впродовж нього перевіряють насос, мішалку, фільтри, шланги, арматуру, стан форсунок. Рівномірність подачі по штанзі - у допуску (відхилення не більше 5–10% між форсунками). Норму виливу розраховують з урахуванням швидкості руху, міжфорсуночної відстані і витрати форсунки; фактичні параметри фіксують у журналі. Будь-які регулювання/прочищення

виконують тільки після повного зняття тиску і зупинки агрегату; наконечники і фільтри чистять не голими руками, а щітками.

Безпечне застосування і поведінка оператора. Під час роботи дотримуються правил особистої гігієни: не палять, не вживають їжу/воду в зоні хімробіт, після зміни миють руки і обличчя, приймають душ. За слабого вітру або штилю уникати перебування у тумані/аерозолі; якщо робота поза кабіною - підсилити захист: щиток, респіратор, наруківники, фартух, чоботи. При кожній зупинці перед регулюванням - вимкнути подачу, стравити тиск, перекрити головний клапан.

Порожня тара, залишки та відходи. Порожня тара залишається небезпечною: навіть тонка плівка препарату на стінках становить ризик. Якщо етикетка дозволяє - виконують потрібне промивання: злити залишок у бак; налити 10–20% води, збовтати, злити промивну воду в бак; повторити ще двічі; промарковану як «вимито» тару тимчасово зберігати окремо і передавати ліцензованому утилізатору або на програму повернення виробнику/дилеру.

Тара, що не підлягає миттю (зазначено на етикетці), максимально осушується (струшування/постукування) і повертається постачальнику або передається на утилізацію згідно законодавства. Повторне побутове використання тари заборонене. Залишки робочого розчину використовують на сумісних ділянках у межах норми; злив у ґрунт, канави чи водойми - заборонений.

Аварійні ситуації, перша допомога і повідомлення. На майданчику обов'язково є комплект для ліквідації розливів (сорбент, лопати, мітли, мішки), умивальник/душ-очистувач для очей, аптечка, засоби зв'язку і вогнегасник. У разі розливу - зупинити роботу, обмежити зону, засипати сорбентом, зібрати відходи у марковану тару, забруднений інвентар/покриття промити; не допустити стоку в водозбір. При потраплянні на шкіру - зняти забруднений одяг, промити водою з милом не менше 15 хв; в очі - промити проточною водою/в душі-очистувачі 15 хв; при вдиханні - винести на свіже повітря; при ковтанні - діяти за SDS і терміново звернутися по медичну

допомогу (з етикеткою препарату). Кожен інцидент реєструють і розслідують із визначенням кореневих причин та запобіжних заходів.

Транспортування та логістика. Перевезення ЗЗР виконують у закритій, промаркованій тарі з фіксацією вантажу. У випадках перевезень дорогами загального користування дотримуються вимог щодо супровідних документів, маркування небезпечного вантажу та допусків водіїв. Шланги/трубопроводи під час перекачування тримають вище рівня робочого розчину, щоб виключити зворотний підсос у джерело води.

Документування і контроль. Кожну операцію фіксують у журналі: дата, поле/культура, препарат і діюча речовина, норми і витрата води, тип форсунок/тиск/швидкість, метеоумови, ПБ оператора, використані ЗІЗ, обсяг і спосіб поводження з тарою/відходами. Внутрішні перевірки дотримання процедур проводять на початку сезону та після кожної позаштатної ситуації; виявлені відхилення усувають з обов'язковим повторним інструктажем.

5.4. Заходи з покращення стану охорони праці в фермерському господарстві

Охорона праці у фермерському господарстві є невід'ємною частиною системи управління виробництвом, адже саме вона визначає безпечність технологічних процесів, знижує частоту травматизму, втрат робочого часу та непрямих витрат, а також підвищує стійкість урожайності в умовах сезонних піків навантаження. Для сільського господарства характерні поєднання механічних, хімічних, фізичних, біологічних і ергономічних ризиків: робота з машинами і знаряддями, пересування транспортних засобів, контакт із пестицидами та мінеральними добривами, зберігання й переміщення зерна, пил, шум, вібрація, гарячі поверхні, роботи на висоті, а також вплив температурних екстремумів. Враховуючи це, ефективні заходи мають охоплювати рівень системи управління, підготовку персоналу, технічний стан обладнання, безпечну організацію робочих місць, контроль небезпечних речовин, готовність до надзвичайних ситуацій і постійний аудит.

Першочерговим є впровадження дієвої системи управління охороною праці за процесним підходом (у логіці ISO 45001) з чітким розподілом відповідальності, річною програмою заходів і бюджетуванням. На рівні господарства доцільно призначити відповідального за охорону праці, затвердити політику, сформувати реєстр небезпек та оцінку ризиків для кожної операції (польові роботи, сервіс техніки, робота на токах і в зерносховищах, хімсклади, гаражі), визначити керувальні дії й індикатори ефективності (частота травм із втратою працездатності, кількість небезпечних подій і «майже-інцидентів», виконання навчань, відсоток закритих зауважень аудитів). Розслідування інцидентів необхідно проводити за причинно-наслідковою логікою із фокусом на усунення кореневих причин, а не лише на дисциплінарні заходи.

Професійне навчання та інструктажі мають бути багаторівневими: вступний і первинний на робочому місці, повторні сезонні інструктажі перед посівною й жнивими, щотижневі «п'ятихвилинки безпеки» в бригадах, спеціалізована підготовка для трактористів-машиністів, комбайнерів, навантажувальників, електромонтерів, обліковців токів, а також окрема сертифікація для осіб, що працюють із засобами захисту рослин. Вкрай важливо навчити ЛОТО-процедур (lockout/tagout) під час обслуговування машин, правилам роботи в замкнених просторах (ємності, бункери, силоси), прийомам надання першої допомоги та протипожежній тактиці. Навчальні матеріали, схеми евакуації, інструкції з роботи й засобів індивідуального захисту повинні бути доступними, актуальними та розміщеними безпосередньо в місцях виконання робіт.

Технічна безпека машинно-тракторного парку базується на профілактичному обслуговуванні та щозмінних оглядах із чек-листами: справність гальм, кермового керування, світлотехніки, блокувань та огорожень, відсутність витоків пального і гідравліки, наявність і цілісність кожухів ВВП і карданних валів. На всіх тракторах і самохідних машинах мають бути ROPS/кабіни і ремені безпеки, на причіпних знаряддях штатні

шплінти й страхувальні ланцюги, на рухомих механізмах огороження і таблички попередження. Особливої уваги потребують безпечне агрегування та буксирування, заборона перебування людей між агрегатами під час зчеплення, а також заборона ремонтів під піднятим навісним обладнанням без механічних упорів.

Організація руху транспорту й пішоходів на території господарства передбачає схему руху, розділення потоків, обмеження швидкості, дзеркала і знаки огляду на перехрестях, маркування проходів у цехах і на токах, штатні місця завантаження-розвантаження з протикотними упорами. Для навантажувачів і автонавтажувачів обов'язкові підготовка операторів, щозмінні огляди, сигнал заднього ходу й освітлення; зона роботи огорожується, сторонніх не допускають.

Безпечна робота з пестицидами і добривами вимагає окремого вентильованого складу зі вторинним піддоном, інвентаризації і журналу видачі, наявності паспортів безпеки, чітких етикеток і знаків небезпеки. Місце приготування робочих розчинів обладнується водонепроникним майданчиком, набором для локалізації розливів, душем/мийкою очей, контейнерами для тари та ЗІЗ. Обов'язкові фільтрувальні респіратори класу не нижче Р2/Р3, захисні окуляри/щитки, нітрилові рукавиці, костюми-халати, гумові чоботи; персонал проходить навчання щодо періодів безпечного входу (re-entry), буферних зон і метеовікон, калібрування обприскувача й утилізації промивних вод. Добрива з ризиком корозії або виділення газів зберігаються окремо; при роботі з аміачною селітрою, КАС та іншими агресивними продуктами - додаткові засоби захисту і заборона змішування несумісних речовин.

Пилогазонебезпечні роботи в зерносковищах і на токах організуються за правилами вибухопожежної безпеки: регулярне прибирання пилу, заземлення та вирівнювання потенціалів, заборона «гарячих робіт» без наряду-допуску, наявність і обслуговування іскрогасників, використання іскробезпечного інструменту. Вхід у бункери/силоси лише за нарядом із

газоаналізом (вміст кисню, CO₂), зі страхувальним спорядженням, верхньою страховкою і спостерігачем, із повною зупинкою і LOTO всіх механізмів подачі/вивантаження.

Електробезпека забезпечується справними заземленнями, використанням ПЗВ/УЗО у вологих приміщеннях, періодичними вимірами опору ізоляції та петлі «фаза-нуль», заборонаю саморобних подовжувачів та експлуатації кабелів із пошкодженою ізоляцією. Пожежна безпека включає категорювання приміщень, оснащення вогнегасниками відповідних типів і калібрів, їх щоквартальні огляди, інструктажі з евакуації і навчальні тривоги двічі на рік, рознесене зберігання пального, заправлення лише на відведених майданчиках із антистатичним захистом і заборону паління поза спеціально обладнаними місцями.

Управління мікрокліматом і ергономікою потребує регламентації тривалості змін у спеку й холод, забезпечення водою та тіньовими зонами, планування перерв, використання протишумових навушників і антивібраційних рукавиць на гучних/вібронебезпечних машинах, механізації ручних підйомів, гнучкого планування режиму робіт, щоби мінімізувати втому, а також медоглядів із акцентом на слух, дихальну систему, опорно-руховий апарат і вакцинацію від правця

Система засобів індивідуального захисту повинна бути стандартизованою, з видачею під розпис, картами підбору розмірів, графіком заміни фільтрів і миттєвою заміною пошкоджених ЗІЗ. На робочих місцях — аптечки, носилки, укомплектовані шафи для ЗІЗ, станції для промивання очей, доступ до питної води і санітарних вузлів. План реагування на НС має містити перелік ризикових сценаріїв (пожежа, розлив хімікатів, травма з кровотечею, ураження струмом, тепловий удар), порядок дій, схеми оповіщення, контакти служб, точки збору і призначених відповідальних; не рідше двох разів на рік проводяться тренування.

Для підвищення дисципліни і прозорості потрібні стандартизовані форми: щоденні чек-листи стану техніки, журнали інструктажів і нарядів-

допусків, акти перевірок, карти ризиків на ділянках, плани-схеми евакуації, маршрутні карти руху техніки, записи про видачу ЗІЗ і пестицидів, карти калібрування обприскувачів і протоколи розслідувань інцидентів. Результати внутрішніх аудитів і спостережень за небезпечними ситуаціями обговорюються щомісяця на нарадах з ухваленням коригувальних дій із відповідальними та термінами.

Практична дорожня карта для господарства може виглядати так: протягом перших 30 днів базовий аудит умов праці, оновлення реєстру ризиків, перевірка і доукомплектація ЗІЗ, відновлення огорожень і ЛОТО; до 60-го дня повний цикл навчання основних категорій працівників, відпрацювання пожежних і перших домедичних дій; до 90-го дня впровадження чек-листів, графіка ТО безпечного стану, системи реєстрації «майже-інцидентів» і щомісячних міні-аудитів на місцях. Далі система підтримується через квартальні огляди техніки, сезонні інструктажі та щорічний перегляд ризиків і політик.

Реалізація наведених заходів формує кероване виробниче середовище: зменшується травматизм, скорочуються простої, стабілізується якість робіт у пікові періоди, знижується собівартість через менші непрямі втрати і страхові витрати. Для фермерського господарства це означає не лише відповідність вимогам законодавства та стандартів, а й реальну конкурентну перевагу у вигляді передбачуваності операцій і готовності до шоків погоди та ринку.

ВИСНОВКИ

Умови формування фізичного стану орного шару вирішально залежать від системи основного обробітку: оранка забезпечила достовірно нижчу щільність складення перед сівбою у всіх горизонтах 0–30 см (наприклад, у 0–10 см: 1,12 проти 1,20 г/см³; НІР_{0,05} для періоду 0,02 г/см³) та вищу загальну пористість (58,18 проти 54,19 %, 3,99 %; НІР₀₅=1,3 %), що прямо поліпшило аерацію, зменшило механічний опір кореням і створило кращі стартові умови для ячменю. Наприкінці вегетації показники щільності в обох системах зблизилися (1,32 проти 1,33 г/см³ у середньому 0–30 см; різниця < НІР_{0,05}), але перевага оранки за пористістю збереглася (52,72 проти 48,79 %, 3,93 %; НІР₀₅=1,4 %), що свідчить про стійкішу структурованість профілю.

Профільна вологість ґрунту в рік дослідження не зазнала статистично значущого впливу способу основного обробітку: перед сівбою середній запас у шарі 0–30 см становив 19,5 % за оранки та 19,0 % за дискування (0,5 % < НІР₀₅ для фактора В), після збирання 15,5 та 15,1 % відповідно (0,4 % < НІР₀₅). Основна амплітуда висушування (4,0 % у середньому) сформувалася за рахунок споживання вологи рослинами й погодних умов, переважно з верхніх 0–20 см, тоді як системна різниця між оранкою та дискуванням щодо вологонакопичення виявилася несуттєвою.

Рівень забур'яненості посівів суттєво й достовірно зменшувався за полицевого обробітку, що підтверджено як за чисельністю, так і за повітряно-сухою масою бур'янів: у фазі «вихід у трубку» 27–31 шт./м² на оранці проти 42–48 шт./м² на дискуванні, у фазі «повна стиглість» 19–23 проти 36–39 шт./м²; суха маса 15–17 г/м² на оранці проти 32–37 г/м² на дискуванні. Різниці перевищували відповідні НІР_{0,05} для фактора В і чинника А, що підтверджує домінуючий вплив системи обробітку на бур'яновий прес та додаткову конкурентність сорту МІП Акцент порівняно з Ілот.

Біометричні показники рослин у 2025 р. відгукнулися на оранку покращенням кущення та генеративних ознак: у МІП Акцент продуктивна

кущистість зросла до 1,48 (проти 1,29 за дискування), довжина колоса до 8,8 см (7,7 см за дискування), висота до 87 см (68 см за дискування); у Ілот відповідно 1,46 проти 1,24; 6,7 проти 5,3 см; 83 проти 76 см. Це означає, що поліпшений фізичний стан посівного горизонту після оранки трансформувалася у вищу частку продуктивних пагонів і «ємніший» колос прями детермінанти структури врожаю.

Урожайність чітко й достовірно зросла за оранки незалежно від сорту: МПП Акцент 3,09 т/га проти 2,76 т/га (0,33 т/га, > НІР_{0,05} для фактора В і взаємодії А×В), Ілот 2,79 проти 2,46 т/га (0,33 т/га). Сортовий чинник так само суттєвий: МПП Акцент перевищив Ілот у середньому на 0,30 т/га (> НІР_{0,05} для фактора А), причому відгук обох сортів на оранку був паралельним (однаковий абсолютний приріст), що вказує на адитивність дії факторів без зміни сортової ієрархії.

Економічні показники підтвердили технологічну перевагу оранки й сортової перевагу МПП Акцент: комбінація «Акцент × оранка» забезпечила найнижчу собівартість 1 т (5 973,2 грн), найбільший умовно чистий прибуток (11 206,8 грн/га) і найвищу рентабельність (60,7 %). Перехід до дискування зменшував прибуток на 2,5–2,8 тис. грн/га і рентабельність на 12,9–14,5 в. п., водночас підвищуючи собівартість на 0,6 тис. грн/т. Найнижчі економічні результати отримано у «Ілот × дискування» (прибуток 6 317,7 грн/га; рентабельність 36,5 %).

Сукупний аналіз фізичних властивостей ґрунту, забур'яненості, біометрії, урожайності та економіки свідчить, що для умов Степової зони у 2025 р. оптимальною є стратегія вирощування ярого ячменю з полицевим обробітком під посів та використанням сорту МПП Акцент: така комбінація надійно покращує стартовий фізичний стан 0–30 см, знижує бур'яновий прес, підсилює продуктивну кущистість і параметри колоса, що стабільно конвертується у вищий урожай і максимальну маржинальність. Дискування може застосовуватись як ресурсозберігаючий прийом у специфічних умовах господарства, але в середньому супроводжується достовірним зниженням

продуктивності та фінансових показників; з огляду на відсутність істотної переваги будь-якої системи за вологонакопиченням у досліджуваний рік, вирішальними для вибору технології мають бути саме структура ґрунту, контроль забур'яненості й економічна віддача.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В умовах чорноземних ґрунтів в умовах фермерського господарства «ОЛЛА» Кам'янського району Дніпропетровської області при вирощуванні ячменю ярого рекомендується застосовувати в якості основного обробітку ґрунту оранку на глибину 23–25 см.

Для стабільного виробництва зерна ярого ячменю в даних умовах варто зупинитися на сорті МІП Акцент, адаптованому до місцевого ґрунту й клімату.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агрокліматичний довідник по території України / за ред. Т.І. Адаменко, М.І. Кульбіді, А.Л. Прокопенко. Кам'янець-Подільський, 2011. 107 с.
2. Астахова Я.В. Особливості росту і розвитку рослин пшениці озимої залежно від сорту, строку сівби та попередника в північному степу України. Зернові культури. 2022. Т. 6. № 1. С. 140–147.
3. Бабенко А.І., Танчик С.П. Особливості захисту посівів сільськогосподарських культур від бур'янів за умов органічного землеробства. Карантин і захист рослин. 2016. № 2–3. С. 38–40.
4. Балюк, С., Воротинцева, Л., Соловей, В., & Шимель, В. Реалії українського чорнозему: сучасний стан, еволюція, охорона та стале управління. Вісник аграрної науки, 2023 101(3), 5–13.
5. Вінюков О. О., Бондарева О. Б., Коробова О. М. Екологічна пластичність нових сортів ячменю ярого до стресових факторів. Селекція і насінництво. Харків, 2016. Вип. 110. С. 29–35.
6. Гандзюк М. П. Основи охорони праці : Підручник. 2-е вид. / Гандзюк М.П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. –К. : Каравела, 2004. – 408 с.
7. Гангур В.В., Котляр Я.О. Вплив попередників на водоспоживання та продуктивність пшениці озимої в зоні Лівобережного Лісостепу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2021. № 1. С. 122–127.
8. Гирка А. Д., Сидоренко Ю. Я., Ільєнко О. В., Гирка Т. В. Реалізація потенціалу продуктивності сучасних сортів ячменю ярого в умовах зміни клімату. Бюл. Інту зерн. госп-ва УААН. Дніпропетровськ : Нова ідеологія, 2011. №40. С. 114–119.
9. Ґрунти. Визначання рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова: ДСТУ 4115-2002 (зі скасуванням в Україні

ГОСТ 26204-91 та ОСТ 46 41-76). – К.: Держспоживстандарт України, 2002. – 12 с. (Національні стандарти України).

10. Городній М. М. Агрохімія : Підручник / М. М. Городній. – 4–те вид., переробл. та доп. К. : Арістей, 2008. 936 с.

11. Горщар В.І. Вплив мінеральних добрив і регуляторів росту рослин на врожайність пивоварного ячменю в північній підзоні Степу України. Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. 2004. № 1. С. 50–52.

12. Демідов О. А. Удосконалення класифікації рекультивованих ґрунтів. Наукові доповіді НУБіП України. 2014. № 1.

13. Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні на 2023 рік. [Електронний ресурс К., 2023. 327 с.

14. Жемела Г. П. Вплив попередників на врожайність та якість зерна пшениці м'якої озимої / Г. П. Жемела, С. М. Шакалій // Вісн. Полтавської держ. аграр. акад. 2012. № 3. С. 20–22.

15. Землеробство. Терміни та визначення понять: ДСТУ 4691:2006. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. 38 с. (національний стандарт України).

16. Економіка виробництва зерна (з основами організації і технології виробництва): монографія / [В.І. Бойко, Є.М. Лебідь, В.С. Рибка та ін.]; за ред. В.І. Бойка. – К.: ННЦ ІАЕ, 2008. 400 с.

17. Іващенко О.О. Гербологія: шляхи у майбутнє. Карантин і захист рослин. 2020. № 2/3. С. 2–3.

18. Кернасюк Ю. Світовий ринок зерна: попит і пропозиція. Агробізнес сьогодні. 2018. № 1–2. С. 12–16.

19. Контролювання деградації ґрунтів і підвищення їх родючості: навчальний посібник. / В. Ю. Черчель, М. С. Шевченко, Л. М. Десятник, С. М. Шевченко. Київ: Аграрна наука, 2021. 226 с.

20. Косолап М.П. Система землеробства No-till: Навч. Посібник / М.П. Косолап, О. П. Кротінов. К.: “ Логос”, 2011. – 352 с.

21. Кулик І. О. Оптимізація агротехнічних заходів вирощування вівса і ячменю ярого в Північному Степу України : дис. канд. с.-г. наук : 06.01.09 / ДУ ІЗК НААН. Дніпропетровськ, 2014. 218 с.
22. Лебідь Є. М. Якість зерна і продуктивність озимої пшениці залежно від попередників та удобрення / Є. М. Лебідь, В. О. Білогуров, О. М. Суворінов, Ю. П. Загорулько, В. Д. Місюра // Степове землеробство : Респ. межвед. темат. науч. сб. – К., 1991. Вып. 25. – С. 9–10.
23. Мельничук Д. Якість ґрунтів та сучасні системи удобрення; за ред. Д. Мельничука. К. : Аристотель, 2004. 488 с.
24. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні / за ред. С. О. Ткачика. Київ: ТОВ Нілан–ЛТД, 2014. 82 с.
25. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов НИР и ОКР, новой техники, изобретений и / Под руков. Г. М. Лозы. М.: ВНИИПИ, 1983. – 149 с.
26. Моніторинг шкідників сільськогосподарських культур: підручник. Покозій Й. Т. та ін. Київ : Аграрна освіта, 2010. 223 с.
27. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України : наукове видання. К.: Аграрна наука, 2004. 844 с.
28. Пабат І. А. Попередники, добрива і обробіток ґрунту під ячмінь ярий у Степу. Вісник аграрної науки, 2002. Вип. №4. С. 17–21.
29. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур: підручник. 5-те вид., виправ., доповн. Додатковий випуск. Львів. Українські технології, 2022. 806 с.
30. Поелементні нормативи затрат на виконання технологічних операцій при вирощуванні та збиранні зернових культур в зоні Степу України і методичні рекомендації по їх розробці та застосуванню : нормативне наук.-практ. видання / [В. С. Рибка, А. В. Черенков, М. С. Шевченко та ін.]. Дніпропетровськ : Інститут сільського господарства степової зони НААН України, 2012. 172 с.

31. Примак І. Д. Неприятливі метеорологічні умови в землеробстві : захист від них культурних рослин / [Примак І. Д., Вергунов В. А., П. У. Ковбасюк та ін.] ; за ред. докт. с.–г. наук, професора І. Д. Примака. – К. : Кондор, 2006. 314 с.
32. Просуньо В. Чого чекати від глобального потепління / В. Просуньо // Пропозиція 2001. № 12. С. 40–41.
33. Рудник–Іващенко О. І. Значення сорту у реалізації продуктивного потенціалу культури. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2012. № 1. С. 11–13.
34. Сайко В. Ф. Наукові основи стійкого землеробства в Україні / В. Ф. Сайко // Вісн. аграрн. науки. № 1. 2011. С. 5–12.
35. Скидан В. О. Реакція нових сортів ячменю ярого на систему удобрення та способи основного обробітку ґрунту. Селекція і насінництво. Харків, 2012. Вип. 98. С. 257–263.
36. Скидан В. Попередники у вирощуванні ячменю ярого. Агробізнес Сьогодні. 2013. Вип. № 24 (271). С. 29–30.
37. Танчик С. П. No-till і не тільки Сучасні системи землеробства / Танчик С. П. – К. : Юнівест Медіа, 2009. 160 с.
38. Танчик С. Чи можливо отримати в Україні 80 млн т зерна / С. Танчик // Пропозиція. – 2012. № 1. С. 58–60.
39. Трибель С. О. Стійкі сорти : проблеми і перспективи / С. О. Трибель // Засоби і методи. 2005. С. 3–4.
40. Цандур М. О. Використання парів у сівозмінах Степу південного / М. О. Цандур / Вісн. аграр. науки півд. Регіону : Міжвід. темат. наук. зб. – 2005. – Вип. 6. С. 4–9.
41. Ціноутворення та нормативні витрати в сільському господарстві : теорія, методологія, практика : у 2 т. // Теорія ціноутворення та технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур / [за ред. : Саблука П. Т. та ін.]. – К. : ННЦ "Інститут аграрної економіки" УААН, 2008. Т. 1. 698 с.

42. Цюлюрик О.І. Біологічна активність ґрунту короткоротаційної сівозміни за максимального насичення соняшником /О.І. Цюлюрик, С.М. Шевченко, Н.В. Гончар, О.М. Шевченко, К.А. Деревенець–Шевченко, Н.В. Швець // Науково–технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН, 2021, №30. С.105–117.

43. Цюлюрик О.І. Біологічна активність ґрунту короткоротаційної сівозміни за максимального насичення соняшником /О.І. Цюлюрик, С.М. Шевченко, Н.В. Гончар, О.М. Шевченко, К.А. Деревенець–Шевченко, Н.В. Швець // Науково–технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН, 2021, 174.

44. Шевченко М., Десятник Л, Льборинець Ф., Шевченко С. Агроекологічні методи регулювання волого–споживання в агроценозі. Науковий журнал Зернові культури. 2017. Т. 1. № 1. С. 119–123.

45. Шевченко М.В. Наукові основи систем обробітку ґрунту в польових сівозмінах Лівобережного Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора с.-г. наук: спец. 06.01.01 «Загальне землеробство». Дніпропетровськ, 2015. 40 с.

46. Шевченко С.М. Система інноваційних методів контролювання забур'яненості в степовому землеробстві Інновационные подходы к развитию сельского хозяйства : монографія / [авт.кол. : Винокуров И.Н., Горшкова Л.М., Шевченко С.М. и др.]. Одесса: КУПРИЕНКО СВ, 2015 – 114 с.

47. Шевченко О. М., Приходько В. І., Шевченко С. М., Швець Н. В. Технологічні прийоми підвищення ефективності регулювання поживного режиму при вирощуванні кукурудзи. Бюл. Ін-ту сіл. госп–ва степ. зони НААН України. Дніпропетровськ, 2012. № 1. С. 46–50.

48. Шевченко О. М. Технологічні прийоми підвищення ефективності регулювання поживного режиму при вирощуванні кукурудзи / О. М. Шевченко, В. І. Приходько, С. М. Шевченко, Н. В. Швець // Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони. 2011. № 1. С. 46–50.

49. Шевченко М.С. Вплив основного обробітку ґрунту і мінеральних добрив на врожай пшениці озимої в умовах чекових зрошувальних систем / М.С. Шевченко, С.М. Шевченко, А.В. Полєнок // Бюлетень Інституту зернового господарства НААН. Дніпропетровськ, 2011. №40. С. 81–85.

50. Шувар І. А. Екологічні основи зниження забур'яненості агрофітоценозів. Львів : Новий світ, 2008. 496 с.

51. Romer W. Phosphorus Requirement of the Wheat plant in Various Stages of Its life Cycle / W. Romer, G. Schilling // *Pant and Soil.*, 2019 Vol. 91. P. 221–229.

52. Osborne L. D. Screening Cerels for Genotypic Variations in Efficiency of Phosphorus Uptake and Utilisation / L. D. Osborne, Z. Rengel // *Aust. J. Agric. Res.*, 2022. Vol. 53. P. 295–303.

53. Pollhamer E. Quaility of wheat in different agrotechnical trials / E. Pollhamer // *Akademiai Kiado, Budapest.* 2019.199 p.

54. Tsyliuryk, O.I., Shevchenko, S.M., Shevchenko, O.M., Shvec, N.V., Nikulin, V.O., Ostapchuk, Ya.V. (2017). Effect of the soil cultivation and fertilization on the abundance and species diversity of weeds in corn farmed ecosystems. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7(3), 154–159.

55. Tsyliuryk A.I. Agrophysical and biotic factors of regulation of biological activity of soil in the crop rotation / Tsyliuryk A.I., Shevchenko S.M., Gonchar N.V., Ostapchuk Ya.V., Shevchenko O.M., Derevenets-Shevchenko K.A. // *Агрофізичні і біотичні фактори регулювання біологічної активності ґрунту в сівозміні Agricultural and mechanical engineering:– Materials of International Symposium ISB-INMA TECH (Bucharest, 01-03 November, 2018) 2018. p.185-191.*