

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 ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В ТОВАРИСТВО  
З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «НІКА АГРО 2020»  
КАМ'ЯНСЬКОГО РАЙОНУ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Здобувач \_\_\_\_\_ Максим МЕЛЬНИК

Керівник кваліфікаційної роботи  
доцент \_\_\_\_\_ Юрій РУДАКОВ

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

**Мельника Максима Миколайовича**

- 1. Тема роботи:** Вплив основного обробітку ґрунту на врожайність зерна пшениці озимої в товариство з обмеженою відповідальністю «НІКА АГРО 2020» 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 «НІКА АГРО 2020»
  - сільськогосподарська культура – пшениця озима
- 4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їй належить розробити)** комплексне вивчення впливу різних технологій основного обробітку чистого (чорного) пару на водно-фізичні властивості ґрунту, динаміку зміни його вологості, а також втрати продуктивної вологи з урахуванням погодних умов у роки проведення дослідів; визначення формування густоти стояння сходів та врожайності пшениці озимої м'якої залежно від способів основного обробітку ґрунту, а також оцінка їхнього впливу на продуктивність посівів; встановлення основних агрофізичних, агрохімічних та технологічних факторів, що впливають на якість зерна пшениці озимої м'якої, включаючи вміст білка, клейковини та інші показники харчової і технологічної цінності; розробка науково обґрунтованих рекомендацій щодо вибору оптимального способу основного обробітку ґрунту

чистого пару для забезпечення високої врожайності та якості зерна пшениці озимої в умовах степової зони України, з урахуванням економічної ефективності застосованих технологій.

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

книга історії полів, генеральний план земельних ресурсів фермерського господарства.

**6. Дата видачі завдання:** \_\_\_\_\_

Керівник

кваліфікаційної роботи

\_\_\_\_\_ Юрій РУДАКОВ  
(підпис)

Завдання прийняв

до виконання

\_\_\_\_\_ Максим МЕЛЬНИК  
(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
6	Висновки	09.10.2025 – 27.11.2025	виконано
7	Рекомендації виробництву	20.11.2025 – 27.11.2025	виконано
1	Огляд літератури	09.09.2024 – 20.09.2024	виконано

Здобувач

\_\_\_\_\_ Максим МЕЛЬНИК  
(підпис)

Керівник

кваліфікаційної роботи

\_\_\_\_\_ Юрій РУДАКОВ  
(підпис)

## ЗМІСТ

	стр.
РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АГРОФІЗИЧНИХ І ПОЖИВНИХ ФАКТОРІВ РОДЮЧОСТІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ (Огляд літератури)	10
1.1. Біологічні закономірності росту і розвитку пшениці озимої за різних умов вирощування	10
1.2. Оптимізація агрофізичних та агрохімічних факторів родючості для пшениці озимої	14
РОЗДІЛ 2. УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	20
2.1. Ґрунтово-екологічна характеристика дослідної ділянки	20
2.2. Кліматичні умови району проведення досліджень	25
2.3. Метеорологічні умови в роки досліджень	26
2.4. Організація дослідів та технологія вирощування пшениці озимої	28
2.5. Методика і технологія проведення експерименту	30
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	33
3.1. Агрегатний склад ґрунту за варіантами дослідів	33
3.2. Показники щільності ґрунту шару в системі чистого пару	35
3.3. Водопроникність ґрунту в залежності від способів основного обробітку	38
3.4. Зміни вологості ґрунту в системі чистого пару	40
3.5. Густина посівів пшениці озимої м'якої на ранніх фазах розвитку	42
3.6. Продуктивність пшениці озимої м'якої за врожайністю зерна	45
3.7. Показники біохімічної та технологічної якості зерна пшениці озимої м'якої	46
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ	49

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ	51
5.1. Дослідження стану охорони праці в фермерському господарстві	51
5.2. Аналіз виробничого травматизму в фермерському господарстві	51
5.3. Вимоги охорони праці під час перемішування, заправки та внесення пестицидів	53
5.4. Заходи з покращення стану охорони праці в фермерському господарстві	57
ВИСНОВКИ	62
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	65

## РЕФЕРАТ

**Тема дипломної роботи.** Вплив основного обробітку ґрунту на врожайність зерна пшениці озимої в товариство з обмеженою відповідальністю «НІКА АГРО 2020» Кам'янського району Дніпропетровської області

**Об'єкт вивчення.** Процеси формування продуктивності та якості зерна пшениці озимої в системі чистого пару за різних способів основного обробітку в умовах Північного Степу України.

**Предмет дослідження.** Агрегатний склад орного шару, щільність складення, профільна вологість, показники схожості та густоти стояння, врожайність, якісні характеристики зерна і економічні показники за полицевого, чизельного, дискового та комбінованого обробітків.

**Методи дослідження.** Методологічна основа досліджень ґрунтувалася на комплексному аналізі сучасної наукової літератури, спеціалізованих статей та інформаційних видань з агрономії, ґрунтознавства та рослинництва.

**Наукова новизна досліджень.** Сформульовано технологічні рішення для чистого пару: пріоритет чизельного розпушення 30–32 см як базового прийому з найвищою економічною віддачею; доцільність комбінованого обробітку для максимізації весняних запасів у 0–50 см; обмеження дискування як самостійної системи через підвищення частки <1 мм і ризик кіркоутворення. Застосування обробітку ґрунту на чорноземах звичайних забезпечує отримання врожайності зерна пшениці озимої м'якої на рівні 4,61 т/га.

Кваліфікаційна робота складається із вступу, 5 розділів, висновків і рекомендацій виробництву, списку використаних літературних джерел. Загальний обсяг роботи 73 сторінок комп'ютерного тексту, включаючи 12 таблиць. Список використаних джерел складається з 74 найменувань.

**Ключові слова:** ПШЕНИЦЯ ОЗИМА, ВРОЖАЙНІСТЬ, ПРОДУКТИВНІСТЬ, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ.

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Підвищення ефективності вирощування пшениці озимої в Північному Степу України визначається не лише сортовим потенціалом, а передусім керованістю агрофізичних і поживних факторів родючості. Кліматичні тренди останніх років подовження бездощових періодів, зсув теплового режиму та збільшення частоти суховіїв посилюють роль системи основного обробітку ґрунту як інструмента збереження вологи, формування агрономічно цінної структури орного шару й забезпечення рівномірних сходів. Саме у чистому (чорному) парі, що традиційно використовується під озиму пшеницю, вибір між полицевими та ресурсозберігаючими безполицевими технологіями безпосередньо впливає на інфільтрацію, профільні запаси води, густоту стеблостою, врожайність і економічну віддачу. Отже, обґрунтування оптимальної системи обробітку з урахуванням водного, структурного та економічного блоків є науково і практично актуальним завданням.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження виконано в руслі тематичного плану кафедральних НДР за напрямом «Ресурсозберігаючі технології у зерновиробництві Степової зони» та узгоджено з виробничими потребами ТОВ «НІКА АГРО 2020». Робота відповідає пріоритетам державної аграрної політики щодо адаптації землеробства до кліматичних змін, мінімізації деградаційних процесів ґрунтів і підвищення енергоефективності технологій.

**Мета наукових досліджень.** Теоретично й експериментально обґрунтувати вплив систем основного обробітку чистого пару на агрофізичний стан ґрунту, водний режим посівного та підорних шарів, ранні показники формування стеблостою, врожайність, якість зерна і економічну ефективність вирощування пшениці озимої в умовах Північного Степу; сформулювати практичні рекомендації для виробництва.

Для досягнення поставленої мети визначено такі завдання:

- узагальнити результати вітчизняних і зарубіжних досліджень щодо впливу систем основного обробітку на агрофізичний стан ґрунту, водний режим, продуктивність та якість зерна озимої пшениці;
- надати ґрунтово-екологічну та кліматичну характеристику дослідної ділянки Північного Степу й окреслити головні лімітуючі фактори сезону 2024/2025 рр.;
- експериментально оцінити вплив полицевого, чизельного, дискового та комбінованого обробітків на агрегатний склад орного шару (0–20 см), зокрема частку агрономічно цінних агрегатів 0,25–10 мм та ерозійно небезпечних <1 мм;
- визначити зміни щільності складення ґрунту в шарах 0–10; 10–20; 20–30 см після першої культивуації та перед сівбою і порівняти варіанти за наближеністю до оптимуму;
- виміряти інфільтраційну та фільтраційну здатність ґрунту в динаміці перших трьох годин зволоження та встановити зв'язок цих показників зі структурним станом;
- дослідити профільну вологість ґрунту (0–30; 0–50; 50–100; 0–100 см) у ключові календарні дати (осінь/весна) і проаналізувати перерозподіл запасів води між горизонтами залежно від системи обробітку;
- оцінити вологість посівного шару на момент сівби, польову схожість і фактичну густоту сходів через 25 діб та встановити їхню залежність від водного режиму і якості посівного ложа;
- визначити врожайність та елементи структури врожаю пшениці озимої за варіантами і зіставити їх з агрофізичними показниками;
- оцінити якість зерна (вміст білка і сирієї клейковини) та проаналізувати її зв'язок із водним режимом і технологічними прийомами;
- виконати економічну оцінку (собівартість 1 т, умовно чистий прибуток, рівень рентабельності) та на основі статистичного аналізу (ANOVA, НР<sub>05</sub>, кореляційно-регресійні моделі) сформулювати практичні рекомендації

щодо вибору оптимальної системи обробітку чистого пару під пшеницю озиму в умовах Північного Степу.

**Об'єкт вивчення.** Процеси формування продуктивності та якості зерна пшениці озимої в системі чистого пару за різних способів основного обробітку в умовах Північного Степу України.

**Предмет дослідження.** Агрегатний склад орного шару (0–20 см), щільність складення (0–30 см), інфільтраційно-фільтраційні властивості, профільна вологість (0–100 см), показники схожості та густоти стояння, врожайність, якісні характеристики зерна (білок, клейковина) і економічні показники (собівартість, прибуток, рентабельність) за полицевого, чизельного, дискового та комбінованого обробітків.

**Методи дослідження.** Польовий стаціонарний дослід із рендомізованим розміщенням варіантів і триразовою повторністю; визначення агрегатного складу сухим просіюванням; об'ємної маси ґрунту методом ріжучих кілець; вологості термоваговим методом із пошаровим відбором до 1 м; оцінка водопроникності за одинарним інфільтрометром у динаміці 1–3 год; облік густоти рамковим методом; визначення білка і клейковини на ІЧ-аналізаторі типу «ІНФРАСКАН-1050»; статистична обробка дисперсійний аналіз з оцінкою  $HP_{05}$ , кореляційно-регресійний аналіз (STATISTICA 10).

**Наукова новизна досліджень.** Вперше для умов Північного Степу в екстремально посушливому сезоні 2024/2025 рр. у єдиному експериментальному циклі кількісно доведено: визначальний внесок частки агрегатів 0,25–10 мм у підтриманні високих швидкостей інфільтрації/фільтрації в перші години зволоження; статистично підтверджене «перетягування» вологи у верхні 0–50 см за комбінованого обробітку при збереженні прийнятних запасів у 50–100 см; розбіжності між системами обробітку щодо польової схожості й фактичної густоти сходів як функції водності 0–30 см та якості посівного ложа; розмежування лідерства: комбінований обробіток за весняною вологоємністю верхньої половини профілю, чизельний за врожайністю та рентабельністю; отримано граничні

орієнтири для практики (частка 0,25–10 мм  $\geq 70\%$ ; щільність 0–10 см 1,05–1,15 г/см<sup>3</sup>; 10–30 см  $\leq 1,26$ –1,28 г/см<sup>3</sup>).

**Практична цінність отриманих результатів.** Сформульовано технологічні рішення для чистого пару: пріоритет чизельного розпушення 30–32 см як базового прийому з найвищою економічною віддачею; доцільність комбінованого обробітку для максимізації весняних запасів у 0–50 см; обмеження дискування як самостійної системи через підвищення частки <1 мм і ризик кіркоутворення. Запропоновано цільові орієнтири за щільністю та структурою, алгоритм ведення пару (закриття вологи, каскад культиваций зі зменшенням глибини, мульчування), а також економічні розрахунки собівартості/рентабельності для прийняття управлінських рішень.

**Особистий внесок здобувача.** Пошук і аналітичний огляд джерел; участь у плануванні та закладці польового дослідження; відбір і лабораторна підготовка зразків; виконання вимірювань агрегатного складу, щільності, вологості та водопроникності; облік густоти, врожайності й показників якості зерна; статистична обробка та інтерпретація результатів; підготовка таблиць, рисунків і текстових розділів роботи.

**Апробація результатів кваліфікаційна роботи.** Основні положення та результати досліджень обговорено на науковому семінарі випускової кафедри та виробничій нараді ТОВ «НІКА АГРО 2020», за підсумками яких сформовано і передано господарству практичні рекомендації щодо ведення чистого пару під пшеницю озиму в посушливих умовах Північного Степу.

Кваліфікаційна робота складається із вступу, 5 розділів, висновків і пропозицій виробництву, списку використаних літературних джерел. Загальний обсяг роботи 73 сторінок комп'ютерного тексту, включаючи 12 таблиць. Список використаних джерел складається з 74 найменувань.

## РОЗДІЛ 1

### ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АГРОФІЗИЧНИХ І ПОЖИВНИХ ФАКТОРІВ РОДЮЧОСТІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ (Огляд літератури)

#### 1.1. Біологічні закономірності росту і розвитку пшениці озимої за різних умов вирощування

Пшениця озима (*Triticum aestivum* L.) базова хлібна культура помірного поясу, чия провідна роль у землеробстві зумовлена поєднанням високої харчової та технологічної цінності зерна, екологічної пластичності, здатності ефективно використовувати зимово-весняні запаси вологи та раціональний календар польових робіт завдяки зимівлі й раннім жнивам [18; 34; 42]. На рівень і стабільність її продуктивності вирішально впливають агрофізичний стан орного шару (щільність складання, пористість, структурність), поживний режим і погодні умови холодного періоду, які останніми роками змінюються під впливом кліматичних трендів, що потребує корекції технологій (строки сівби, система обробітку, живлення, сортооновлення) [1; 2; 3; 39; 47].

Біологію пшениці озимої визначають дві ключові генетично зумовлені чутливості - до яровизації та фотоперіоду. Більшість сучасних озимих сортів вимагають акумуляції «холоду» тривалістю близько 30–60 діб за низьких додатних температур (0...+5 °С) для повноцінного переходу до генеративного розвитку; недостатня яровизація затримує стеблуння та знижує продуктивність [27; 35; 61].

Переважає довгоденна реакція: подовження дня прискорює вихід у трубку та колосіння, що слід враховувати під час добору строків сівби для оптимального осіннього кушення й загартування [18; 27; 42]. Мінімальна температура проростання насіння становить близько 1...+2 °С, оптимум для дружних сходів +12...+15 °С, для осіннього кушення +8...+12 °С; у фазі загартування за достатнього фосфорно-калійного живлення підвищуються

концентрації цукрів і стійкість мембран, що забезпечує витримування морозів без снігу до  $-18...-20$  °С, а під сніговим покривом ще нижчих температур [1; 18; 37; 44]. Критичними ризиками зимівлі залишаються льодова кірка, випрівання та вимокання; навесні небезпечні поворотні заморозки у фазі виходу в трубку та на початку колосіння [1; 39; 47].

Водо- і тепловий режими мають «подвійне вікно» чутливості: кущення - початок стеблуння (формування потенціалу продуктивних пагонів) та колосіння - цвітіння - налив зерна (визначення кількості й виконаності зерен); дефіцит вологи в ці періоди скорочує масу 1000 зерен і натуру, а інколи підвищує білок через концентраційний ефект [35; 37; 51].

Морфологічні особливості. Коренева система мичкувата, складається з насінних і вузлових коренів, найбільш активна в шарі 0–40 см із проникненням окремих коренів до 1–1,5 м за сприятливої структури ґрунту; локальні ущільнення «плужна підосва» і дефіцит повітря обмежують заглиблення та використання глибинної вологи [11; 34; 42].

Вузол кущення закладається на глибині 1–3 см і визначає як зимостійкість, так і потенціал продуктивного кущення; надмірно мілка або надто глибока сівба знижує його життєздатність [18; 42]. Стебло - соломина з 4–7 міжвузлами, висотою від 60 до 120 см залежно від сорту й агрофону; напівкарликові генотипи краще тримаються проти вилягання, але потребують точнішого менеджменту густоти та регуляторів росту [42; 56; 61].

Листок лінійний, з добре розвиненими язичком та вушками; площа листкової поверхні і тривалість її функціонування «stay-green» визначають інтенсивність фотосинтезу на наливі [27; 42]. Суцвіття - складний колос; варіює остистість, щільність і потенційна зернистість, що тісно корелює з умовами на етапі диференціації генеративних органів [18; 42]. Плід - плівчаста зернівка; важливі морфометричні показники: маса 1000 зерен (звичайно 35–50 г), натура (730–800 г/л), склоподібність/борошністість - індикатори якості і виконаності [42; 72].

Господарсько-цінні особливості. Структура врожаю описується трьома компонентами: густина продуктивного стеблостою  $\times$  кількість зерен у колосі  $\times$  маса 1000 зерен; кожен компонент по-різному чутливий до агрофакторів і погодних умов [35; 42]. Якість зерна (клас м'якої/твердої пшениці) оцінюють за вмістом білка, кількістю й якістю клейковини, числом падіння, натурою, седиментацією тощо; збалансоване азотно-сірчане живлення у поєднанні з помірним водним стресом на налив часто покращує хлібопекарські показники, тоді як перезволоження та затримка зі збиранням знижують їх через проростання і ураження колоса [13; 20; 33; 42; 72].

Пшениця озима є добрим попередником для низки ярих культур і сама гостро реагує на попередники: пари, зернобобові та чисті просапні за умови якісної агротехніки забезпечують вищі врожаї та кращу якість, ніж повторні посіви чи насичення сівозміни олійними [7; 9; 16; 23; 28; 41]. У системі захисту ключовими залишаються контроль листових плямистостей, ірж і фузаріозу колоса, інтегрована гербологія з урахуванням видового складу бур'янів і конкуренції за вологу, особливо за мінімальних систем обробітку [21; 42; 47; 66; 74]. Економічна ефективність технології визначається співвідношенням доданої вартості (урожай  $\times$  ціна за клас) і витрат (обробіток, живлення, ЗЗР, енергоносії), де технологічні карти й поелементні нормативи допомагають утримувати собівартість у межах, що гарантують цільову рентабельність [20; 22; 41].

Сортові особливості та селекційно-генетичні аспекти. Сорт - головний носій потенціалу врожайності й якості, а також «налаштування» під конкретний рівень інтенсифікації. Сучасні сорти різняться за тривалістю яровизації (комплекс Vrn), чутливістю до фотоперіоду (Ppd), висотою стебла (алелі Rht), потенціалом кущення, стійкістю до вилягання та спектром резистентності до хвороб; добір має враховувати ґрунтово-кліматичні умови, систему обробітку, рівень живлення й цільові показники якості [42; 56; 61].

У північному Степу рекомендовано орієнтуватися на сорти з високою зимостійкістю, жаро- і посухостійкістю, пластичністю до строків сівби й

підвищеною реакцією на ранньовесняні підживлення, що дозволяє стабілізувати продуктивність за міжрічної мінливості погоди [35; 47; 62]. Для отримання харчового зерна класів «сильна»/«цінна» пшениця доцільні сорти з генетично високою якістю клейковини та контрольованою реакцією на азот, щоб уникнути надмірного вилягання й розрідження пологів [33; 42]. Сортооновлення та сертифіковане насіння забезпечують здоровий старт, енергію проростання та вирівняність посівів, що особливо важливо за ранніх строків сівби по фізично стиглому ґрунті [31; 42; 61].

Адаптація технології до біології культури: обробіток, сівба, живлення. Система основного та передпосівного обробітку має сформувати дрібногрудкувате, вирівняне посівне ложе з помірною щільністю у 0–10(12) см і відсутністю ущільнень у 10–30 см; це знижує механічний опір для вузла кушення та коренів, покращує аерацію і вологозабезпечення на старті осені [11; 34; 42]. Мінімальні й консерваційні системи (мілке безполицеве, чизель, strip-/no-till) здатні зберігати профільну вологу, зменшувати ерозійні ризики й енерговитрати, однак вимагають високої культури землеробства та ретельного контролю бур'янів і хвороб у перехідний період [25; 54; 34; 47]. Оптимальні строки сівби в північному Степу - коли ґрунт досягає фізичної стиглості та забезпечує 45–55 днів осінньої вегетації для формування 2–4 пагонів кушення; запізнення зменшує потенціал продуктивного стеблостою, надранні строки підвищують ризик переростання і випрівання [1; 35; 42]. Система живлення має бути збалансованою: фосфор і калій - під укорінення, зимостійкість і старт генеративних органів; азот - дробно, із пріоритетом ранньовесняного підживлення під відновлення вегетації та початок стеблуння; сірка - для якості білка і клейковини; за мінімальних обробітків доцільна локалізація стартових доз для кращого контакту з вологою [13; 30; 33; 62; 53]. Роль фосфору у розвитку кореневої системи та ранньому стадійному переході підтверджена численними дослідженнями; за дефіциту доступного Р ефект оптимізується каліброваним внесенням і правильним розміщенням у посівному горизонті [70; 71; 13].

Інтегрований захист і агрофізичні ризики. Зміна системи обробітку й кліматичні тренди трансформують спектр домінуючих бур'янів і хвороб, тому базою є профілактика: сівозміна, якісний посів, вирівняна густота, зниження колійності та ущільнення, своєчасні гербіцидні й фунгіцидні втручання за результатами моніторингу [21; 42; 47; 66; 74]. Вплив попередника через водний і поживний фон проявляється у зниженні забур'яненості та покращенні якості зерна, що особливо помітно після чистих і зайнятих парів та зернобобових [7; 16; 23; 28; 41]. На тлі зростання аридності вегетаційного сезону (дефіцит опадів, зсув теплового режиму) пріоритет надається прийомам, які мінімізують непродуктивні втрати вологи й обмежують ущільнення орного шару під колесами техніки [2; 3; 37; 64].

Отже, пшениця озима поєднує складну біологію сезонного розвитку з високою технологічною керованістю: правильно підготовлене посівне ложе, сівба у «вікно» яровизації та осіннього кущення, збалансоване живлення (особливо РК восени та N+S навесні), інтегрований захист і виважений сортовий добір, адаптований до системи обробітку та клімату, дозволяють стабільно реалізувати потенціал урожайності й якості зерна в умовах північного Степу України [1; 11; 37; 41; 62].

## **1.2. Оптимізація агрофізичних та агрохімічних факторів родючості для пшениці озимої**

Оптимізація агрофізичних і агрохімічних параметрів орного шару є центральною передумовою стабільної врожайності та якості зерна пшениці озимої, оскільки саме «фізика» ґрунту визначає доступність вологи та газообмін, а «хімія» інтенсивність поглинання елементів живлення й напрямок їхнього впливу на хлібопекарські показники. У північному Степу додаткову вагу надає висока міжрічна мінливість погоди й посилення кліматичних ризиків холодного періоду, що вимагає корекції технології з урахуванням строків сівби, конструкції обробітку, системи живлення і підбору сорту [1; 2;

3; 39; 47]. Базова мета – сформувати дрібногрудкувате, рівномірно зволене посівне ложе без ущільнених прошарків, забезпечити раціональне розміщення елементів живлення у зоні активних коренів і підтримати нейтрально-близький до нейтрального ґрунтовий розчин з достатніми запасами доступних форм Р і К та керованим азотним режимом упродовж вегетації [11; 13; 34; 37; 42].

Агрофізичні чинники родючості в оптимальному діапазоні передбачають помірну щільність складення у верхніх 0–10(12) см, відсутність «плувної підшви» в 10–30 см, стабільну структурність і загальну пористість близько 50–60 %, що забезпечує інфільтрацію опадів, капілярний підйом вологи та достатню аерацію вузла кущення восени і коренів навесні [34; 37; 42]. Формування такого стану залежить від системи основного обробітку. Полицевий обробіток у разі тривалого застосування здатен швидко «відновити» посівний горизонт, однак без повернення органічної речовини прискорює мінералізацію гумусу і підвищує ризики вітрової та водної ерозії; тоді як мінімальні й консерваційні схеми (мілке безполіцеве, чизелювання, strip-/no-till) краще зберігають вологу, мульчують поверхню пожнивними рештками й скорочують колійність, але потребують високої культури землеробства та продуманого контролю бур'янів і хвороб, особливо в перехідний період [11; 25; 34; 54; 47].

Водний режим посіву регулюють не тільки глибиною/типом розпушення, а й менеджментом пожнивних решток, обмеженням кількості проходів техніки, зниженням тиску у шинах і, за можливості, частковим переходом до керованого руху агрегатів (концепція controlled traffic), що зменшує локальне переущільнення й непродуктивні втрати вологи з поверхні [37; 64]. Критично важливо виходити в передпосівний обробіток лише по фізично стиглому ґрунту, щоб не руйнувати структуру і не «запикти» посівний горизонт це визначає синхронність сходів і якість осіннього кущення [1; 42].

Осіньне посівне ложе для озимини повинне гарантувати стабільне залягання насіння на 3–5 см (на важчих і підсушених ґрунтах до 5–6 см),

рівномірний контакт «насінина-грунт» і відсутність рослинних волокон у борозні (у консерваційних технологіях - запобігання «hair-pinning»), інакше порушується водообмін і знижується енергія проростання [42; 54]. За мінімального обробітку саме якість подрібнення і розподілу соломи визначає успіх старту: рівномірна мульча зменшує випаровування, вирівнює мікроклімат і стримує кіркоутворення, але не повинна перешкоджати укладанню насіння в вологе ложе [25; 54; 34]. У зонах дефіцитного зволоження (типових для північного Степу у весняно-літній період) перевагу надають прийомам, що мінімізують розпушення «впорожнечу» й тримають у полі покрив пожнивних решток, а за проявів глибоких ущільнень доцільне періодичне глибоке безполицеве розпушення із розривом щільного шару без інверсії пласта [34; 37; 65].

Агрохімічна оптимізація спирається на систематичну діагностику ґрунту і рослин. Вміст рухомих сполук фосфору та обмінного калію контролюють за ДСТУ 4115-2002 (модифікований метод Чирикова) з урахуванням просторової мінливості поля, а реакцію ґрунтового розчину - у водній або сольовій (КСІ) суспензії; результати закладають у технологічну карту внесення добрив та економіку поживного режиму [12; 13; 30]. Фосфор - ключ до розвиненої кореневої системи, своєчасної яровизації і формування генеративних органів; його дефіцит на ранніх стадіях зменшує кущення, затримує стеблуння і скорочує потенційну зернистість, тоді як локалізоване розміщення Р поблизу насіння/у зоні майбутнього вузла кущення підвищує ефективність засвоєння, особливо у прохолодний осінній період [13; 70; 71]. Калій регулює осмотичний статус клітин, стомінарну провідність, зимостійкість і посухостійкість, а також знижує ризик вилягання; оптимізація співвідношення N:P:K під цільову якість борошна є критичною для балансування врожайності та хлібопекарських властивостей [13; 30; 33; 42].

Сірка - коферментний «партнер» азоту в синтезі білка і клейковини: внесення S разом із ранньовесняним N зменшує ризик «недобілку» за високої інтенсивності азотного живлення та покращує співвідношення білка і якості

клейковини [33; 53]. Із мікроелементів у Степу частіше лімітують Zn, Mn, Cu; їхній дефіцит коригують позакореневими підживленнями у фазах куцання-початку стеблування за результатами діагностики, особливо у консерваційних технологіях, де поживні елементи акумулюються у верхніх сантиметрах і доступність може коливатися зі змінами вологості [13; 30; 54]. Підтримання нейтральної або слабконеутральної реакції середовища (орієнтовно рН 6,3–7,2) є основою доступності P, Me-мікроелементів і ефективності азоту; на карбонатних чорноземах за ознак підлуження або локального засолення корекцію проводять агрофізичними й органо-мінеральними прийомами, тоді як у випадках підкислення - вапнуванням за результатами аналізів [13; 30; 34].

Азотний режим пшениці озимої повинен бути фазово адресним і погодозалежним. Найвищу віддачу має ранньовесняне підживлення по мерзлоталому ґрунту або на старті відновлення вегетації, коли формується маса листка й закладається майбутня кількість зерен у колосі; друге підживлення - на початку стеблування-прапорцевий листок - націлене на підтримку зернистості та фотосинтетичного «двигуна», а пізні (до й під час колосіння) коригують якість, але потребують великої обережності щодо фузаріозу колоса й ризику переростання [26; 33; 42; 62].

Баланс азоту з фосфором і калієм, а також додавання сірки - ключ до отримання зерна цільових класів без надмірного вилягання; із погляду економіки оптимальним є фракційний внесок N з урахуванням агрометеоумов сезону, типу попередника та фактичних запасів мінерального азоту у ґрунті [20; 26; 33; 62]. На тлі консерваційних систем доцільним є стартовий локальний NP (або NPS) при сівбі, що забезпечує «мікрооточення» кореня у прохолодному ґрунті, тоді як частина азоту переводиться у рідкі форми для підживлень, щоб зменшити залежність від випадкових опадів [25; 54; 62].

Оптимізація агрофізичних/агрохімічних параметрів нерозривно пов'язана з сівозміною та попередником. Пари (чисті й зайняті), зернобобові та ретельно оброблені просапні істотно покращують водний і поживний фон, знижують забур'яненість і фітосанітарний тиск, що підвищує ефективність

азоту й дає стабільніші врожаї та якість зерна; повторні посіви або насичення сівозміни олійними зазвичай погіршують водозабезпечення і підвищують ризики хвороб листка та колоса [7; 9; 16; 23; 28; 41; 57; 58]. Власне бур'яни - найсильніші конкуренти за воду у Степу; у консерваційних технологіях зростає частка зимуючих і коренепаросткових видів, тож гербологія повинна спиратися на моніторинг, своєчасне вікно внесення й агротехнічні прийоми, що зменшують «банк» насіння бур'янів, зокрема за рахунок сівозміни та якісного мульчування [21; 54; 66; 74].

Ключовою інтеграційною ланкою є синхронізація строків сівби з «вікном» ярвизації та осіннього кущення. В умовах північного Степу оптимальними є дати, що дають 45–55 днів активної осінньої вегетації до стійких заморозків, формуючи 2–4 пагони кущення при добре розвиненому вузлі; надрання сівба підвищує ризик переростання і випрівання, запізнення - недоформування продуктивного стеблостою і слабке укорінення [1; 35; 42; 47]. У поєднанні з правильною глибиною загортання (з урахуванням гранулометрії та вологості посівного шару) та вирівняним мікрорельєфом це закладає рівномірні сходи й високу однорідність посіву, що критично для керованості азотного режиму і захисту [34; 42].

З економічного погляду, оптимізація агрофізики й агрохімії зменшує собівартість одиниці продукції через кращу конверсію елементів живлення в урожай, нижчий відсоток вилягання, контроль забур'яненості та прогнозовану якість зерна, що дозволяє працювати у вищих цінових сегментах (класи «сильна»/«цінна» пшениця) при прийнятній рентабельності навіть у посушливі роки; інструментами управління є технологічні карти, поелементні нормативи та регулярна корекція доз і строків робіт за фактичними агрометеоданими сезону [20; 22; 41; 47].

Узагальнюючи, ефективна стратегія для пшениці озимої в Степовій зоні - це гнучке поєднання системи обробітку, що гарантує структурність і водоутримання посівного горизонту, з діагностично керованою системою живлення (локальний Р/РК на старті, фазово адресний N+S навесні, корекція

К і мікроелементів), оптимальними строками сівби та сортовим добром, адаптованим до рівня інтенсифікації і фону вологи. Такий підхід синхронізує біологію культури з агрофізичними та агрохімічними властивостями ґрунту і забезпечує стабільну врожайність та якість зерна за змінних погодних умов північного Степу України [11; 25; 34; 41; 42; 62].

## РОЗДІЛ 2

### УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

#### 2.1. Ґрунтово-екологічна характеристика дослідної ділянки

Дослідна територія товариства «НІКА АГРО 2020» розміщена в межах Північного Степу Дніпропетровщини, де переважають чорноземи зі значним гумусовим горизонтом і середнім-важкосуглинковим складом. Для озимої пшениці це зазвичай сприятливі ґрунти: вони добре тримають воду й поживні речовини, а за правильно організованого обробітку забезпечують рівне насінневе ложе й надійне укорінення восени. Водно-фізичні показники, подані в таблиці 1, дозволяють оцінити, наскільки комфортними будуть умови для сходів, кущення, перезимівлі та весняного відновлення вегетації.

Щільність складення (середня «ущільненість» ґрунту) у верхньому 0–10-сантиметровому шарі становить  $1,17 \text{ г/см}^3$  і поступово зростає з глибиною:  $1,24 \text{ г/см}^3$  у середньому по 0–30 см,  $1,28 \text{ г/см}^3$  по 0–50 см і  $1,38 \text{ г/см}^3$  по 0–100 см. Для зернових оптимальними вважаються значення близько  $1,1–1,35 \text{ г/см}^3$  у зоні основної маси коренів, тож стан посівного шару 0–30 см можна оцінити як сприятливий: насінина має добрий контакт із ґрунтом, а корінь не зустрічає надмірного опору в період укорінення та осіннього кущення. Глибше 60–100 см щільність підвищується до  $1,41–1,48 \text{ г/см}^3$ , що характерно для підорних горизонтів чорноземів; такі значення не блокують проникнення коренів, але за надмірного переущільнення технікою чи за перезволоження можуть частково обмежувати глибину заглиблення кореневої системи. Отже, найвідповідальнішим з погляду якості обробітку є саме шар 0–30(40) см: тут важливо уникати й надмірного розпилення, і «плити» після проходів техніки у вологому стані.

Два інші показники в таблиці описують межі водозабезпечення рослин. «Найменша польова вологоємність» - це скільки води ґрунт утримує після дощу, коли зайва вода вже стекла вниз; простими словами, це верхня корисна межа запасів. «Вологість стійкого в'янення» - нижня межа, за якої рослина вже

не може забрати воду й в'яне. Різниця між цими двома цифрами - це доступна для рослин волога. У верхніх 0–30 см ґрунт утримує в середньому 24,1 % води на рівні польової вологоємності та 10,6 % на рівні в'янення. Різниця становить близько 13,5 відсоткових пунктів - це добрий «робочий» запас у посівному шарі, що забезпечує дружні сходи, укорінення та початок кущення. У 30–50 см запас доступної вологи такий самий порядок, а от нижче 70 см обсяг води, яку ґрунт може реально віддати рослині, зменшується: польова вологоємність падає до 19,1–17,3 %, а вологість в'янення - до 9,2–8,6 %. Це природно для наших чорноземів: у нижчих горизонтах менше гумусу й тонких часточок, які «тримає» воду, відтак корисний запас вологи там нижчий (табл. 1).

Таблиця 1

**Водно-фізичні характеристики ґрунту  
на експериментальних ділянках**

Шар ґрунту, см	Щільність складення ґрунту, г/см <sup>3</sup>	Вологість стійкого в'янення, %	Найменша польова вологоємність, %
0–10	1,17	10,9	24,2
10–20	1,25	10,6	24,0
20–30	1,28	10,0	23,9
0–30	1,24	10,6	24,1
30–40	1,33	9,8	23,9
40–50	1,36	9,5	23,2
0–50	1,28	10,0	23,9
50–60	1,37	9,4	22,6
60–70	1,41	9,4	22,2
70–80	1,43	9,2	19,1
80–90	1,46	8,8	18,7
90–100	1,48	8,6	17,3
0–100	1,38	9,7	21,9

Якщо перевести ці відсотки у міліметри води (тобто в те, що «бачить» рослина), отримаємо зрозумілу картину профілю. У верхньому шарі 0–30 см потенційно доступно близько 50 мм води, у 0–50 см - майже 87–88 мм, а загалом у метровому шарі - орієнтовно 165 мм. При цьому головний «резервуар» припадає на 20–70 см: тут зосереджено близько 90 мм, тобто понад половину всього потенційного запасу. Це дуже важливо для озимої

пшениці: саме шар 20–70 см годує посів у зиму і забезпечує відновлення вегетації навесні, коли дощів ще мало. Глибше 70 см доступний запас помітно зменшується, а підвищена щільність у 70–100 см може додатково ускладнювати активне проникнення коренів у посушливі періоди.

По-перше, посівний горизонт 0–10 см на ділянці має добру структуру та помірну щільність (1,17 г/см<sup>3</sup>), тобто є передумови для рівномірної глибини загортання насіння, швидкого набухання та дружніх сходів. Важливо працювати по фізично стиглому ґрунту, щоб не «замазувати» його весною й не створювати кірку після дощів. По-друге, ключовий робочий шар вологи - 0–70 см, отже обробіток і система догляду мають зберегти його пористим і чистим від ущільнених прошарків: зайві проходи техніки, особливо за підвищеної вологості, потрібно обмежувати; тиск у шинах і ширину колії - контролювати. По-третє, з огляду на нижчі запаси доступної вологи під 70 см, сподіватися на «глибокі резерви» в посуху недоцільно: краще робити ставку на ранню сівбу в оптимально зволожений шар, на щільний контакт насіння з ґрунтом і на збереження осінньо-зимових запасів, уникаючи зайвого розпушення навесні, яке прискорює випаровування. По-четверте, розміщення стартового фосфору на глибині загортання насіння дасть швидкий кореневий «старт» у шарі з найбільшим робочим запасом вологи; азот доцільно дробити, аби не стимулювати зайве осіннє листя за рахунок кореня. Нарешті, підвищена щільність у 70–100 см - сигнал періодично перевіряти поле на наявність «твердих прошарків» і за потреби планувати розущільнення у вологі роки агрегатами без інверсії пласта, щоб поліпшити дренажування та весняну інфільтрацію без втрати мульчі.

Отже, за наданими показниками ґрунт дослідної ділянки має добрий водоутримувальний потенціал у «робочій» зоні 0–70 см і прийнятну щільність посівного шару, що створює сприятливі передумови для озимої пшениці. Грамотний вологозберігальний обробіток, мінімізація переущільнення в сезон польових робіт і точне розміщення добрив допоможуть повніше використати

природні переваги цього чорнозему та стабілізувати врожай у роки з дефіцитом опадів.

За даними агроекологічного паспорту дослідної ділянки забезпеченість ґрунту більшістю мікроелементів для пшениці озимої є недостатньою: рухома сірка становить 3,3 мг/кг, марганець - 4,7 мг/кг (метод Крупського), мідь - 0,06 мг/кг (метод Крупського), цинк - 0,36 мг/кг (метод Крупського); натомість рухомого бору за методом Труога - 1,85 мг/кг, що відповідає високому рівню забезпеченості [12; 38; 57]. Таке поєднання - дефіцит Zn, Cu і Mn при достатньому B - дуже типове для нейтральних і слабколужних чорноземів степової зони: мікроелементи з низькою рухомістю (цинк і мідь) сильніше зв'язуються ґрунтовою органічною речовиною та карбонатами і стають менш доступними, особливо в посушливі періоди та за підвищених доз фосфору, тоді як бор у цих умовах часто накопичується на фоні невисокого вимивання [12; 38]. Для пшениці озимої такі концентрації означають реальний ризик прихованого або явного дефіциту. Низький цинк обмежує ріст коренів, закладку вузла кущення, стійкість до весняних холодів і формування зерна; брак міді знижує життєздатність пилку, підвищує ламкість стебел і може провокувати «білу верхівку» колоса; нестача марганцю послаблює фотосинтез і антиоксидантний захист, що особливо відчутно на ранніх етапах весняного відновлення вегетації. Дефіцит сірки посилює «азотний дисбаланс»: за однакових доз N падає частка білка й сирого клейковинного комплексу, гіршає співвідношення білків/вуглеводів у листі, що на пряму відбивається на хлібопекарських показниках [13; 33; 42]. Високий вміст рухомого бору за наших культур - радше перевага, ніж загроза: пшениця відносно толерантна до бору, на відміну від бобових або деяких овочів. Тому будь-які борні добавки в технології цієї ділянки не є першочерговими і потребують обережності, щоб уникнути локального надлишку в посівному шарі [12; 42].

Катіонно-обмінні властивості підтверджують високий природний потенціал чорнозему: сума поглинених основ у орному шарі становить 28,1–28,6 мг-екв/100 г із домінуванням двовалентних катіонів кальцію та магнію;

частка кальцію змінюється в межах 72,8–78,1 % від суми, магнію - 20,6–25,7 %, натрію - лише 1,0–1,5 % [12; 38; 44]. Така структура ввібранного комплексу означає високу буферність, стійку грудкувато-зернисту структуру й відсутність загрози осолонцювання: натрій перебуває на дуже низькому рівні, тож немає передумов для руйнування агрегатів чи деградації водного режиму. Переважання кальцію сприяє формуванню «міцної» ґрунтової структури, доброму дренажу і повітрообміну, а достатній магній гарантує підтримку фотосинтетичних процесів рослин і збалансований катіонний обмін у ризосфері. На практиці це означає стабільність посівного ложа, рівномірне проростання та меншу чутливість до короточасних перезволожений навесні.

З огляду на реєстровані дефіцити, корекція мікроживлення має бути цілеспрямованою і «ранньою». Найвищу віддачу на таких ґрунтах дає поєднання протруювання насіння з мікроелементами у хелатних формах (насамперед Zn і Mn, за потреби - Cu) із ранньовесняними позакореневими підживленнями у фазі кушення - початку виходу в трубку. Насіннева обробка забезпечує стартову наявність елементів саме там, де зароджується коренева система й закладається вузол кушення; позакореневе внесення «під погоду» долає тимчасове просідання доступності в ґрунті за прохолодної або сухої весни. Для сірки доцільно передбачити ґрунтовий компонент у складі основного чи ранньовесняного азотного живлення - наприклад, амонійна сульфатна селітра, сульфат амонію або амоній тіосульфат у складі КАС, що забезпечують 10–20 кг S/га на старті активної весняної вегетації; це вирівняє співвідношення N:S і підтримає білкоутворення без надмірного «гоніння» листової маси [13; 33; 42]. Для цинку практично виправдані або локальне рядкове внесення водорозчинних форм під сівбу, або 1–2 позакореневі підживлення в сумарі 0,3–0,6 кг Zn/га в період кушення - початку виходу в трубку; мідь доцільно давати переважно через насіння та одну листову обробку у вихід у трубку; марганець - 1–2 обробки невеликими дозами в ранньовесняний період для «запуску» фотосинтезу. На фоні низького Zn і Cu варто обережно поводитися з високими стартовими дозами фосфору під посів

без локалізації: надлишок P у посівному шарі зменшує доступність цинку («фосфатний антагонізм»), тож пріоритет - локальне або стрічкове внесення P із мікродобавками [12; 13; 42].

Важливо, що катіонно-обмінні параметри (висока сума ввібраних основ і насичення  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) працюють на нашу користь: ґрунт добре утримує внесені мікроелементи й азотно-сірчані форми, не схильний до швидкого закислення, а значить, ефект від систематичної мікрокорекції буде накопичувальним. Загалом, ділянка має сприятливий «макрофон» родючості для м'якої озимої пшениці, але потребує дисципліни саме в блоці мікроживлення: адресна компенсація дефіцитів цинку, міді, марганцю та сірки - необхідна умова стабільної структури врожаю і якості зерна, тоді як із бором достатньо моніторингу без додаткових внесень, аби не вийти за безпечний для культури коридор [12; 38; 44; 57].

## **2.2. Кліматичні умови району проведення досліджень**

Район належить до Північного Степу України з помірно континентальним, посушливим кліматом, що характеризується відносно м'якою малосніжною зимою, ранньою весною, тривалим теплим періодом і спекотним сухим літом. Сумарні теплові ресурси є високими: середня річна температура повітря становить близько 7–9 °С, середні температури січня переважно від –5 до –2 °С, липня 21–23 °С; сума активних температур вище 10 °С зазвичай у межах 2900–3300 °С. Тривалість вегетаційного періоду сягає 230–250 діб, безморозного близько 160–180 діб.

Зволоження є лімітуючим фактором. Річна сума опадів у середньому становить 350–450 мм, з яких 65–70 % припадає на теплий період, при цьому розподіл опадів упродовж року нерівномірний: найчастіше дефіцит вологи спостерігається навесні та на початку літа. Гідротермічний коефіцієнт зазвичай коливається в межах 0,6–0,9, що зумовлює часті атмосферні й ґрунтові посухи, підвищене випаровування та ризик суховіїв.

Зимовий період характеризується нестійким сніговим покривом (зазвичай 40–60 діб, незначна висота), частими відлигами та можливим утворенням льодової кірки, що підвищує ймовірність ушкодження озимих. Навесні можливі повернення заморозків до  $-2...-4$  °С. Вітровий режим представлений переважно східними та південно-східними вітрами у теплий період і північними та північно-західними у холодний; середні швидкості становлять близько 3–5 м/с, упродовж весни-літа можливі епізоди пилових бур.

У сукупності ці особливості формують для сільськогосподарських культур поєднання достатнього тепла з ризиком хронічного дефіциту вологи, що потребує вологозберігаючих технологічних рішень та обґрунтованого добору строків сівби і норм висіву.

### **2.3. Метеорологічні умови в роки досліджень**

За даними Кам'янської метеостанції агрономічний рік 2024/2025 характеризувався надзвичайно дефіцитним зволоженням і підвищеним тепловим фоном (табл. 2–3). Середньорічна температура становила 11,1 °С, що на +1,9 °С вище за середньобаторічний показник (9,2 °С). Річна сума опадів склала лише 244,3 мм проти 497,2 мм у нормі (–51 %), що однозначно визначило дуже посушливі умови вегетації озимої пшениці.

Осінній період (вересень–листопад 2024 р.) був теплішим і значно сухішим за норму. Середньомісячна температура у вересні перевищила норму на +1,6 °С (18,9 проти 17,3 °С), у жовтні – на +3,9 °С (13,3 проти 9,4 °С), у листопаді – на +1,3 °С (5,0 проти 3,7 °С). Опадів випало критично мало: у вересні 18,5 мм (багаторічно 37,3; –50 %), у жовтні 13,6 мм (36,3; –63 %), у листопаді 18,4 мм (40,2; –54 %). Поєднання підвищеної температури з дефіцитом опадів посилювало випаровування і погіршило умови для накопичення продуктивної вологи в посівному шарі, що ускладнило формування дружних сходів і обмежило осіннє кущення.

Зима (грудень 2024 р. – лютий 2025 р.) пройшла відносно м'яко. Грудень був близьким до норми за температурою ( $-4,1$  проти  $-3,3$  °C), однак дуже сухим (25,1 мм проти 51,2 мм;  $-51$  %). Січень виявився теплішим ( $-1,9$  проти  $-4,8$  °C;  $+2,9$  °C) і вологішим за норму (40,1 мм проти 28,2 мм;  $+42$  %), лютий – теплішим ( $-2,8$  проти  $-4,6$  °C;  $+1,8$  °C) із близькими до норми опадами (38,3 мм проти 35,8 мм;  $+7$  %). За невисокого снігового покриву така м'якість зими загалом сприяла збереженню рослин, але епізодичні відлиги могли знижувати рівень природного загартування.

Весна (березень–травень 2025 р.) підтвердила тенденцію до теплішої і сухішої погоди. У березні температура була на  $+1,4$  °C вищою норми (2,2 проти 0,8 °C), у квітні - дещо нижчою ( $-0,7$  °C), у травні - істотно вищою ( $+4,5$  °C) (19,8 проти 15,3 °C). Опадів випало недостатньо: березень 26,7 мм (38,2;  $-30$  %), квітень 23,7 мм (37,3;  $-36$  %), травень 28,5 мм (44,7;  $-36$  %). Такий фон прискорив проходження фаз «вихід у трубку – колосіння» і скоротив тривалість наливу зерна.

Таблиця 2

**Температура повітря, °C**  
(за даними метеостанції)

Роки	Місяць												Середнє
	Сер.	Вер.	Жов.	Лис.	Гру.	Січ.	Лют.	Бер.	Кві.	Тра.	Чер.	Лип.	
2024/2025	22,9	18,9	13,3	5,0	-4,1	-1,9	-2,8	2,2	10,5	19,8	21,8	21,9	11,1
Середньо-багаторічне	22,1	17,3	9,4	3,7	-3,3	-4,8	-4,6	0,8	11,2	15,3	19,6	20,2	9,2

Таблиця 3

**Кількість опадів, мм**  
(за даними метеостанції)

Роки	Місяць												Сума за рік
	Сер.	Вер.	Жов.	Лис.	Гру.	Січ.	Лют.	Бер.	Кві.	Тра.	Чер.	Лип.	
2024/2025	16,2	18,5	13,6	18,4	25,1	40,1	38,3	26,7	23,7	28,5	23,4	26,2	244,3
Середньо-багаторічне	38,2	37,3	36,3	40,2	51,2	28,2	35,8	38,2	37,3	44,7	52,4	40,8	497,2

Початок літа (червень–липень 2025 р.) зберіг високий тепловий і водний стрес. Червень був теплішим на  $+2,2$  °C (21,8 проти 19,6 °C) із різким дефіцитом опадів (23,4 мм проти 52,4 мм;  $-55$  %). Липень – тепліший на  $+1,7$

°C (21,9 проти 20,2 °C) та сухіший (26,2 мм проти 40,8 мм; –36 %). Умови інтенсивного випаровування на фоні обмежених дощів сформували класичний сценарій зниження маси 1000 зерен і погіршення виповненості колоса.

Важливо підкреслити, що дефіцит опадів розпочався ще до сівби: у серпні випало лише 16,2 мм (норма 38,2; –58 %), а у вересні – 18,5 мм (–50 %). У результаті старт посівної кампанії проходив за пересушеного посівного шару, що вимагало точного регулювання глибини загортання для контакту насінини з вологою та обмежувало потенціал формування потужного вузла кущення восени.

Агрономічні наслідки. Сукупність описаних відхилень (стабільно вищі температури майже в усі місяці та різке зменшення опадів у ключові фази) зумовила стресові умови водозабезпечення озимої пшениці у 2024/2025 рр. Це проявилось: у зниженні польової схожості та неоднорідності сходів на тлі сухої осені; у обмеженому осінньому кущенні; у прискореній весняній вегетації та скороченні періоду наливу; у ризику зменшення маси 1000 зерен і потенційного зниження врожайності. Відтак інтерпретуючи результати дослідів щодо строків сівби та норм висіву, їх слід розглядати через призму дуже посушливих гідротермічних умов сезону.

#### **2.4. Організація дослідів та технологія вирощування пшениці озимої**

Метою дослідів було кількісно оцінити вплив елементів технології вирощування на формування продуктивності та якості зерна пшениці озимої за умов Північного Степу.

Експеримент виконували як двофакторний у трикратній повторності з рендомізованим розміщенням варіантів у межах блоків; облікова площа однієї елементарної ділянки становила близько 50 м<sup>2</sup> (наприклад, 5×10 м) із захисними смугами не менше 1 м, що мінімізувало крайовий ефект. Як фактор А варіювали строки сівби: 15 і 25 вересня, 5, 15 і 25 жовтня; як фактор В - норму висіву: 3,0; 3,5; 4,0; 4,5 та 5,0 млн схожих насінин на гектар. Така матриця варіантів дозволяє одночасно простежити самостійний і

комбінований вплив термінів сівби та густоти стояння на перебіг органогенезу, зимостійкість та реалізацію потенціалу врожайності.

Дослід закладали у п'ятипільній зернопаро-просапній сівозміні (чистий пар - озима пшениця - соняшник - ярий ячмінь - кукурудза на зерно). Поле під чорний пар формували за ресурсозберігаючою схемою: після попередника виконували основний обробіток до 23–25 см із наступним розпушенням ущільнених прошарків без обороту пласта за потреби; упродовж літа проводили 4–5 культивацій із поступовим зменшенням глибини від 10–12 до 6–7 см для руйнування ґрунтової кірки та знищення хвиль проростання бур'янів. Навесні по таломужкому ґрунту закривали вологу двома слідами зубових борін, добиваючись дрібногрудочкуватого стану посівного шару та зниження капілярного підняття води.

Сорт - МП Ювілейна (м'яка озима), створений у Миронівському інституті пшениці ім. В.М. Ремесла НААН і внесений до Державного реєстру з 2019 року. Характеризується скоростиглістю, середньою висотою стеблостою, доброю стійкістю до вилягання, високою посухо- та зимостійкістю, а також стабільними хлібопекарськими показниками; рівень толерантності до основних хвороб відповідає стандартам районованих сортів, що робить його конкурентоспроможним у посушливих умовах Степу.

Передпосівну підготовку виконували відповідно до прийнятої схеми факторів. Насіння калібрували та протруювали зареєстрованим фунгіцидним протруйником згідно з регламентом виробника. Сівбу здійснювали звичайним рядковим способом сівалкою типу СЗ-3,6 із міжряддям 15 см; глибина загортання - 5–7 см залежно від вологості посівного шару. Норма висіву відповідала рівням фактора В, що забезпечувало цільову проектну густоту стеблостою для кожного строку сівби. У системі живлення перевагу надавали ранньовесняному підживленню: по тало-мерзлому ґрунту вносили аміачну селітру в дозі близько 100 кг/га (приблизно 34 кг/га N у діючій речовині) під боронування, що сприяло швидкому старту відновлення весняної вегетації.

Захист посівів будували на принципах інтегрованого управління фітосанітарним станом. У разі перевищення економічного порогу шкодочинності у фазу виходу в трубку - колосіння проводили фунгіцидну обробку для контролю комплексу листостеблових хвороб (зокрема септоріозу та борошнистої роси), а за потреби поєднували її з інсектицидом проти домінуючих фітофагів. Додаткову інсектицидну обробку виконували у період наливу - початку досягання, коли фіксували розвиток пізніх шкідників. Бур'яновий компонент регулювали поєднанням агротехнічних прийомів у чорному пару та застосуванням гербіцидів у відповідні фази розвитку культури й бур'янів; міжопераційні інтервали та робочі розчини підтримували у межах регламентів, витрата води під час обприскування становила приблизно 200–250 л/га.

Облік і спостереження включали фенологічні нагляди, визначення густоти стояння після з'явлення сходів та перед збиранням, оцінку перезимівлі, структурний аналіз урожаю (кількість продуктивних стебел, довжина і маса колоса, кількість зерен у колосі, маса 1000 зерен), а також лабораторне визначення основних показників якості зерна. Урожай збирали прямим комбайнуванням із кожної облікової ділянки з наступним перерахунком до стандартної вологості. Такий дизайн і агротехнічний супровід забезпечують коректне порівняння варіантів за строками сівби та нормами висіву і дозволяють надійно інтерпретувати отримані результати в умовах Степу.

## **2.5. Методика і технологія проведення експерименту**

Польовий дослід супроводжували систематичними обліками та відбором зразків відповідно до чинних агрономічних методик і стандартів [12, 38, 57]. Усі вимірювання виконували в однакові календарні фази розвитку культури та за уніфікованими протоколами для кожного варіанта дослідів, що забезпечувало порівнянність даних.

Густоту стояння рослин визначали рамковим методом. На обліковій ділянці послідовно накладали металеву рамку площею  $0,25 \text{ м}^2$  ( $50 \times 50 \text{ см}$ ) по діагоналі варіанта у десятикратній повторності, підраховуючи кількість рослин у межах кожної постановки. Середнє значення перераховували до одиниці площі (рослин  $\cdot \text{м}^2$ ), а далі - до млн шт./га для зіставлення з нормою висіву та оцінки збереженості посівів.

Агрегатний склад орного шару оцінювали на повітряно-сухих пробах масою  $0,5\text{--}2,5 \text{ кг}$  методом сухого просіювання через колонку сит із діаметрами отворів  $10; 7; 5; 3; 2; 1; 0,5; 0,25 \text{ мм}$ . Кожну фракцію зважували та обчислювали її частку, після чого визначали суму агрономічно цінних агрегатів ( $0,25\text{--}10 \text{ мм}$ ) як інтегральний показник структурного стану ґрунту. За потреби додатково розраховували коефіцієнт структурності.

Щільність складення ґрунту встановлювали методом ріжучих кілець за М.А. Качинським із відбором зразків непорушеної структури буром у шарах  $0\text{--}10; 10\text{--}20; 20\text{--}30 \text{ см}$ . Для кожного шару відбирали не менше трьох повторень. Об'ємну масу ( $\rho_b$ ) обчислювали як відношення маси висушеного зразка до об'єму кільця; за  $\rho_b$  за потреби визначали загальну пористість і проводили зіставлення з оптимальними інтервалами для озимої пшениці.

Вологість ґрунту визначали термоваговим (гравіметричним) методом. Відбір проводили свердловинним буром АМ-16 пошарово до глибини  $1,0 \text{ м}$  на середині ділянки за трикутною схемою розміщення точок відбору з міжточковою відстанню  $1\text{--}1,5 \text{ м}$ . Зразки масою  $50\text{--}80 \text{ г}$  поміщали в попередньо зважені бюкси, висушували у сушильній шафі за  $105 \text{ }^\circ\text{C}$  до постійної маси ( $6\text{--}8 \text{ год}$ ), після чого обчислювали масову вологість у % до абсолютно сухої речовини. За необхідності вологість переводили у запас продуктивної вологи (мм) з урахуванням об'ємної маси ґрунту.

Найменшу вологоємність (НВ) визначали «методом майданчиків»: ділянку орного шару рівномірно насичували водою до припинення інфільтрації, після вільного стікання гравітаційної вологи ( $24\text{--}48 \text{ год}$ ) відбирали зразки та встановлювали вологість, яку приймали за НВ для

відповідного шару. Водопроникність (інфільтраційну здатність) оцінювали за допомогою одинарного інфільтрометра: у занурений у ґрунт циліндр наливали відміряний об'єм води та фіксували час її поглинання, розраховуючи швидкість інфільтрації у  $\text{мм} \cdot \text{год}^{-1}$  для кожного варіанта основного обробітку.

Урожайність визначали суцільним збиранням з облікової площі кожної ділянки з подальшим зважуванням і перерахунком до стандартної вологості зерна (14 %) та нормативної засміченості. Паралельно виконували структурний аналіз урожаю: кількість продуктивних стебел, довжина та маса колоса, число зерен у колосі, маса 1000 зерен.

Показники якості зерна м'якої озимої пшениці визначали інфрачервоним експрес-аналізатором типу «ІНФРАСКАН-1050». Після підготовки проб на лабораторному млині проводили вимірювання за атестованими калібруваннями приладу, отримуючи масову частку білка, вологість, натуру, сирувату клейковину та інші релевантні показники. Усе вимірювальне обладнання проходило первинну перевірку та експлуатаційний контроль згідно з паспортами.

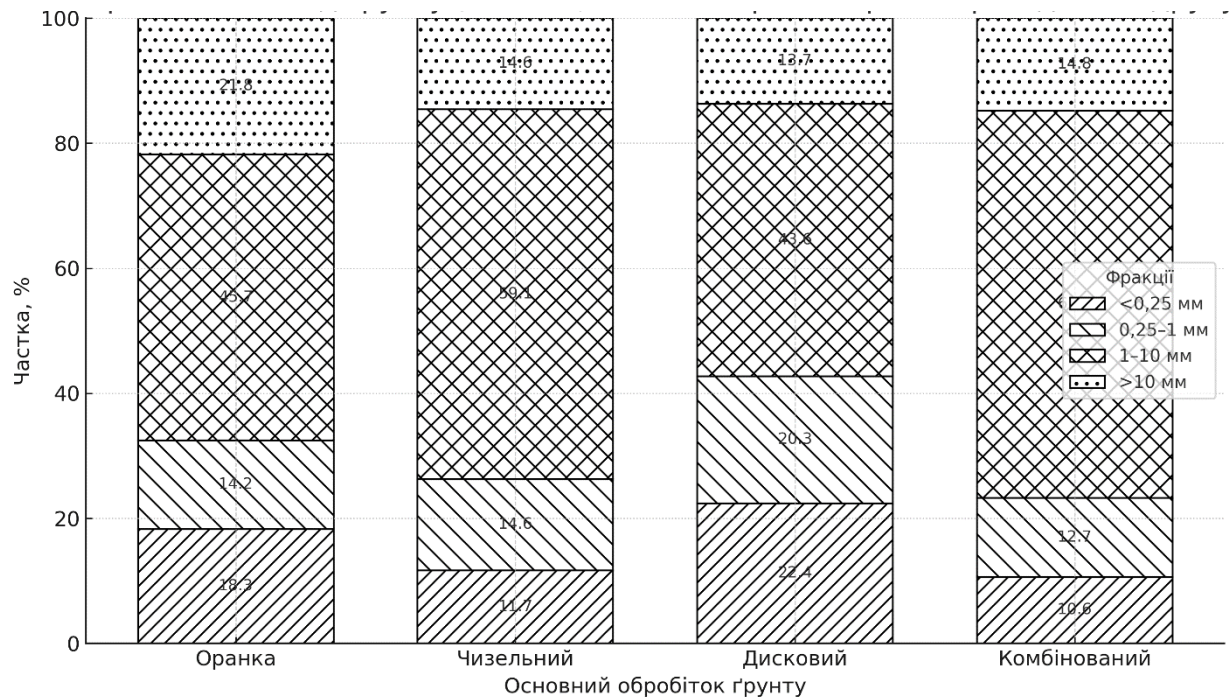
Статистичну обробку результатів здійснювали у середовищі STATISTICA 10 (за потреби - з дублюванням у MS Excel). Перевіряли нормальність розподілу та однорідність дисперсій, виконували дисперсійний аналіз для оцінки впливу факторів і їх взаємодії, розраховували найменшу істотну різницю ( $\text{HIP}_{05}$ ) для порівняння середніх. Для виявлення тісноти й форми зв'язку між ознаками застосовували кореляційний та регресійний аналіз; рівень статистичної значущості приймали на рівні  $p \leq 0,05$ .

## РОЗДІЛ 3

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 3.1. Агрегатний склад ґрунту за варіантами дослідів

Наукове значення оцінки агрегатного складу орного шару у системі чистого пару полягає в тому, що саме розподіл фракцій визначає водно-фізичні властивості ґрунту, інфільтрацію та вологозапаси, а також ерозійну стійкість і якість посівного ложа під озиму пшеницю; агрономічно цінною вважається фракція 0,25–10 мм, тоді як надлишок дрібних часток <1,0 мм підсилює ризик пилової та водної ерозії, а частка >10 мм ускладнює вирівнювання поверхні й контакт насіння з ґрунтом (рис. 1).



**Рисунок 1. Агрегатний склад ґрунту (0–20 см)**

За даними табл. 4, найкращі структуроутворювальні показники продемонструвала комбінована система обробітку: частка макроагрегатів 1–10 мм досягла 61,9%, а інтегральний показник агрономічно цінних агрегатів 0,25–10 мм становив 74,6%, що на 14,7 в.п. більше порівняно з оранкою (59,9%) і на 10,7 в.п. більше за дисковий обробіток (63,9%), при цьому всі різниці істотні відносно  $HP_{05}=2,3-2,4$ ; чизельний розпушувач забезпечив близький до комбінованого результат (59,1% у фракції 1–10 мм та 73,7% у

0,25–10 мм), статистично переважаючи оранку й дискування. За дрібнодисперсною мікроструктурою найбільше «запилення» сформував дисковий обробіток: фракція <0,25 мм сягала 22,4%, а 0,25–1 мм - 20,3%, що сумарно дає 42,7% ерозійно небезпечних часток <1,0 мм; це істотно більше не лише за комбінований варіант (23,3%) на 19,4 в.п., а й за чизельний (26,3%) на 16,4 в.п. та за оранку (32,5%) на 10,2 в.п., різниці явно перевищують методичну похибку.

Таблиця 4

**Характеристика агрегатного складу ґрунту шару 0–20 см  
у системі чистого пару (2025 р.).**

Основний обробіток ґрунту	Агрегатний склад ґрунту, %				
	мікро структура <0,25 мм	макроструктура			глибиста структура >10 мм
		0,25–1 мм	1–10 мм	0,25 –10 мм	
Оранка	18,3	14,2	45,7	59,9	21,8
Чизельний	11,7	14,6	59,1	73,7	14,6
Дисковий	22,4	20,3	43,6	63,9	13,7
Комбінований	10,6	12,7	61,9	74,6	14,8
НІР <sub>05</sub>	2,2	2,3	2,4	2,3	2,8
	ерозійно небезпечні агрегати, <1,0 мм		ерозійно стійкі агрегати, >1,0 мм		
Оранка	32,5		67,5		
Чизельний	26,3		73,7		
Дисковий	42,7		57,3		
Комбінований	23,3		76,7		

Оранка, попри меншу частку дрібного пилу порівняно з диском, формує найбільшу «глибистість» >10 мм - 21,8% проти 14,6% у чизеля, 13,7% у диска та 14,8% у комбінованого, і ця різниця з кожним із ресурсозберігаючих варіантів перевищує НІР<sub>05</sub>=2,8, що вказує на достовірне зростання кількості грудок, здатних погіршувати рівномірність загортання насіння та контакту «насінина–ґрунт».

Розподіл фракцій у комбінованому та чизельному варіантах характеризується оптимальним поєднанням: з одного боку істотно знижено частку мікроагрегатів <0,25 мм (10,6–11,7%) і <1,0 мм загалом (23,3–26,3%), з

іншого - максимізовано частку макроагрегатів 1–10 мм (61,9–59,1%) при помірному вмісті >10 мм (14,8–14,6%), що забезпечує водопроникність, аерацію та стійкість до руйнування під дією крапель і вітру.

На противагу їм дисковий обробіток, хоча й не збільшує глибистість, різко підвищує питому вагу ерозійно небезпечних часток, погіршуючи протиерозійні властивості та підвищуючи ризик запливання й кіркоутворення; оранка, навпаки, менше продукує «пил», але створює надлишок грудок, що ускладнює формування якісного посівного ложа та може знижувати польову схожість.

Узагальнюючи, у системі чистого пару найвищу ерозійну стійкість і найсприятливіший для озимої пшениці структурний стан формують комбінований та чизельний обробітки (ерозійно стійкі агрегати >1,0 мм відповідно 76,7% і 73,7% проти 67,5% у оранки та 57,3% у диска), при цьому переваги за ключовими показниками (1–10 мм та 0,25–10 мм) статистично надійні; дисковий обробіток слід розглядати як найменш бажаний з позицій протиерозійної стійкості, а класична оранка як структурно грубозернистий варіант із надлишком грудок, що поступається ресурсозберігаючим системам у формуванні агрономічно цінної структури.

### **3.2. Показники щільності ґрунту шару в системі чистого пару**

Наукова актуальність оцінки щільності складення орного та підорного шарів у чистому пару визначається її ключовою роллю в розпушеності посівного ложа, водопроникності, аерації, енерговитратах на сівбу й у подальшому - у формуванні кореневої системи та продуктивності озимої пшениці; надмірне ущільнення у шарі 10–30 см обмежує проростання коренів і рух вологи, тоді як надто пухкий верхній шар погіршує капілярне підняття води і контакт насіння з ґрунтом.

За даними таблиці, після першої культивуації чистого пару верхній шар 0–10 см мав близькі значення у всіх системах (0,96–0,97 г/см<sup>3</sup>) без істотних різниць відносно  $HP_{05}=0,02$ , що свідчить про однакову стартову розпушеність

посівного горизонту. Уже в шарі 10–20 см виявляється виразна диференціація: комбінований і полицевий обробіток забезпечили найменшу щільність (1,10 і 1,09 г/см<sup>3</sup>), тоді як чизельний і особливо дисковий варіанти формували ущільненіший прошарок (1,22 і 1,27 г/см<sup>3</sup>); різниці між дисковим/чизельним і оранкою або комбінованим істотно перевищують НІР, отже статистично достовірні.

У шарі 20–30 см тенденція посилюється: дискування демонструє максимальне ущільнення 1,33 г/см<sup>3</sup>, чизель - 1,23 г/см<sup>3</sup>, тоді як у комбінованому й оранці - 1,20 та 1,15 г/см<sup>3</sup> відповідно; порівняння диска з будь-яким іншим варіантом і чизеля з оранкою/комбінованим є достовірними. За середнім по 0–30 см дисковий варіант має 1,20 г/см<sup>3</sup>, що на 0,13–0,11 г/см<sup>3</sup> більше від оранки (1,07) та комбінованого (1,09) і на 0,06 г/см<sup>3</sup> більше від чизеля (1,14); підвищення проти оранки і комбінованого перевищує НІР і є статистично значущим.

Таблиця 5

**Щільність ґрунту на чистому парі за експериментальними варіантами (2025 р.)**

Варіант	Шар ґрунту, см	Щільність складення ґрунту, г/см <sup>3</sup>	
		після першої культивуваці чистого пара	перед сівбою пшениці озимої
Оранка	0–10	0,96	1,07
	10–20	1,09	1,15
	20–30	1,15	1,24
	0–30	1,07	1,16
Чизельний обробіток	0–10	0,97	1,06
	10–20	1,22	1,30
	20–30	1,23	1,34
	0–30	1,14	1,23
Дисковий обробіток	0–10	0,96	1,05
	10–20	1,27	1,32
	20–30	1,33	1,38
	0–30	1,20	1,25
Комбінований обробіток	0–10	0,97	1,06
	10–20	1,10	1,16
	20–30	1,20	1,26
	0–30	1,09	1,16
НІР <sub>05</sub>		0,02	0,03

До моменту сівби пшениці (природна рекомпація під дією опадів, часу та технологічних проходів) спостерігається підвищення щільності в усіх варіантах, найбільше - у верхньому шарі: у полицевому з 0,96 до 1,07 г/см<sup>3</sup> (+0,11), у чизельному та комбінованому з 0,97 до 1,06 г/см<sup>3</sup> (+0,09), у дисковому з 0,96 до 1,05 г/см<sup>3</sup> (+0,09), але різниці між системами у 0–10 см лишаються в межах НІР<sub>05</sub>=0,03 і статистично не відрізняються.

Критичні відмінності проявляються в шарах 10–20 та 20–30 см: перед сівбою дисковий і чизельний варіанти зберігають найвищі значення щільності (1,32 і 1,30 г/см<sup>3</sup> у 10–20 см; 1,38 і 1,34 г/см<sup>3</sup> у 20–30 см), що достовірно перевищує полицевий і комбінований (1,15–1,16 г/см<sup>3</sup> у 10–20 см і 1,24–1,26 г/см<sup>3</sup> у 20–30 см); відмінності 0,14–0,17 г/см<sup>3</sup> між диском/чизелем та комбінованим/оранкою суттєво більші за НІР, тоді як різниця між диском і чизелем у шарі 10–20 см (0,02) не досягає порогу значущості.

За середнім по профілю 0–30 см перед сівбою дисковий і чизельний обробітки мають найвищу щільність (1,25 і 1,23 г/см<sup>3</sup>), достовірно перевищуючи оранку і комбінований (обидва 1,16 г/см<sup>3</sup>), тоді як полицевий та комбінований вирівнюються і фактично не відрізняються між собою. Узагальнюючи, дисковий обробіток посилює ущільнення підорних шарів уже після першої культивації й утримує найвищу щільність до сівби, що може обмежувати ріст коренів і інфільтрацію; чизельний, попри розпушення без обороту пласта, також демонструє підвищену щільність у 10–30 см, особливо перед сівбою. Полицевий і комбінований варіанти забезпечують найбільш сприятливий профіль: помірну розпушеність 0–10 см і нижчі, переважно допустимі значення щільності у 10–30 см; при цьому комбінований обробіток системно зменшує ущільнення підорного шару відносно дискового і чизельного, що підтверджено достовірними різницями за НІР. Практично це означає, що для чистого пару з позицій посівної якості ложа й водного режиму найбільш збалансовані умови формують комбінований та полицевий обробітки, тоді як дискування потребує компенсаторних прийомів (глибше

розпушення, контроль колійності), аби уникнути надмірного ущільнення у 10–30 см.

### **3.3. Водопроникність ґрунту в залежності від способів основного обробітку**

Наукова доцільність аналізу водопроникності чистого пару полягає в тому, що інтенсивність інфільтрації та фільтрації безпосередньо визначає поповнення запасів продуктивної вологи, стійкість до зливового стоку й кіркоутворення та якість посівного ложа під озиму пшеницю; у динаміці протягом перших трьох годин зволоження ці показники відображають перехід від неусталеного режиму інфільтрації до квазісталого фільтраційного потоку, чутливо реагуючи на структурний стан орного шару.

За середніми значеннями 2025 р. найвищі швидкості інфільтрації за 1 годину зафіксовано в полицевому та комбінованому обробітках - 131,4 та 124,0 мм·год<sup>-1</sup> відповідно, істотно вище за чизельний 108,0 мм·год<sup>-1</sup> і тим більше дисковий 81,1 мм·год<sup>-1</sup>; з урахуванням  $НІР_{05}=2,8$  різниці між кожною з пар «оранка/комбінований» проти «чизельний/дисковий» статистично достовірні, а перевага оранки над комбінованим також перевищує поріг значущості. У міру насичення ґрунту інфільтрація закономірно знижується: на 2-й годині - до 107,7; 103,6; 84,1; 58,4 мм·год<sup>-1</sup> для оранки, комбінованого, чизеля та диска відповідно ( $НІР_{05}=1,3$ ), а на 3-й - до 89,5; 87,0; 71,2; 46,6 мм·год<sup>-1</sup> ( $НІР_{05}=1,2$ ), причому в усі моменти часу лідерство зберігають полицевий і комбінований варіанти, а дисковий стабільно формує мінімальні потоки: для 1-ї години інфільтрація у дискового нижча в 1,62 рази порівняно з оранкою та в 1,53 рази порівняно з комбінованим, для 3-ї години - у 1,92 та 1,87 рази відповідно.

Показники фільтрації як наближення до усталеної провідності профілю також демонструють чітку типологію: на 1-й годині фільтрації полицевий і комбінований майже не різняться (106,1 та 104,6 мм·год<sup>-1</sup>), їхня перевага над чизельним (91,6 мм·год<sup>-1</sup>) та дисковим (75,1 мм·год<sup>-1</sup>) є достовірною за

$НІР_{0,05}=3,1$ ; на 2-й годині комбінований уже статистично випереджає оранку ( $78,9$  проти  $77,1$   $\text{мм}\cdot\text{год}^{-1}$ ,  $НІР_{0,05}=1,3$ ), зберігаючи переконливий відрив від чизеля ( $67,3$   $\text{мм}\cdot\text{год}^{-1}$ ) і диска ( $58,0$   $\text{мм}\cdot\text{год}^{-1}$ ), а на 3-й годині фільтрація вирівнюється між полицевим і комбінованим ( $68,4$  та  $69,6$   $\text{мм}\cdot\text{год}^{-1}$ ; різниця  $1,2$  менша за  $НІР_{0,05}=1,3$ ), тоді як дисковий залишається мінімальним -  $52,7$   $\text{мм}\cdot\text{год}^{-1}$ , істотно нижчим за обидва лідери (табл. 5).

Таблиця 5

**Водопроникність ґрунту на чистому парі  
в середньому за 2025 р., мм/год**

Варіант	Щільність складення ґрунту, $\text{г}/\text{см}^3$					
	після першої культивування чистого пара			перед сівбою пшениці озимої		
	інфільтрація	фільтрація		інфільтрація	фільтрація	
	1 год.	2 год.	3 год.	1 год.	2 год.	3 год.
Оранка	131,4	107,7	89,5	106,1	77,1	68,4
Чизельний обробіток	108,0	84,1	71,2	91,6	67,3	58,6
Дисковий обробіток	81,1	58,4	46,6	75,1	58,0	52,7
Комбінований обробіток	124,0	103,6	87,0	104,6	78,9	69,6
$НІР_{0,05}$	2,8	1,3	1,2	3,1	1,3	1,3

Таким чином, упродовж перших трьох годин зволоження спостерігається закономірне зниження швидкостей як інфільтрації, так і фільтрації, але ієрархія систем обробітку зберігається: оранка  $\approx$  комбінований  $\gg$  чизельний  $>$  дисковий; середні відносні втрати між 1-ю та 3-ю годинами для інфільтрації становлять близько 30–34% у полицевого, комбінованого та чизельного варіантів і понад 42% у дискового, що вказує на вищу схильність

останнього до запливання і зменшення провідності порового простору під час зволоження. Узгоджуючи ці результати зі структурними показниками (висока частка 1–10 мм і низька <1 мм у комбінованого та, меншою мірою, у полицевого), можна зробити висновок, що саме агрономічно цінна структура забезпечує водопроникність як на етапі неусталеного притоку, так і в квазісталому режимі; дисковий обробіток, який формує надлишок дрібних фракцій, характеризується найнижчою інфільтраційною та фільтраційною здатністю і, відповідно, найвищими ризиками поверхневого стоку й дефіциту вологи в кореневмісному шарі. Практично це означає, що для чистого пару оптимальними з позиції водного режиму є комбінований та полицевий обробітки, які забезпечують швидке поглинання зливових опадів і конкурентну фільтраційну здатність без значущих втрат на стік; чизельний - прийнятний, але поступається за всіма часовими відмітками; дисковий потребує компенсаторних заходів (структуроутворювальні прийоми, мульчування, обмеження кількості проходів), оскільки його відставання за всіма показниками перевищує пороги значущості, особливо в перші години зволоження.

### **3.4. Зміни вологості ґрунту в системі чистого пару**

Наукова актуальність контролю вологості профілю у чистому пару зумовлена тим, що реальна забезпеченість водою у шарах 0–30; 0–50; 50–100 і інтегрально 0–100 см визначає якість посівного ложа, швидкість відновлення весняної вегетації озимини й рівень потенційної продуктивності, а також відбиває структурний стан ґрунту й фільтраційно-капілярні процеси під різні системи основного обробітку.

Станом на 01.11.2024 ресурсозберігаючі варіанти переважали полицевий у верхній половині профілю: у шарі 0–30 см комбінований (24,0%) і обидва глибокі безполицеві (23,8%) достовірно перевищили оранку (21,9%) на 1,9–2,1 в.п. за  $НІР_{05}=0,2$ , у 0–50 см різниця становила 1,2–1,5 в.п. (22,0–22,1–21,9% проти 20,7% за  $НІР=0,3$ ). Водночас у 50–100 см комбінований мав

17,4%, що статистично нижче від чизельного й дискового (по 18,1%) на 0,7 в.п. за НІР=0,3 і практично дорівнювало оранці (17,5%), тобто частина запасів була «підтягнута» до верхніх горизонтів. За інтегральним шаром 0–100 см у листопаді усі ресурсозберігаючі схеми мали перевагу над полицевою: 20,2% (чизель), 20,0% (диск), 19,8% (комбінований) проти 19,1% у оранки; надбавка 0,7–1,1 в.п. перевищує НІР=0,4 і є достовірною. До 09.04.2025 на фоні зимово-весняного зволоження ієрархія між системами чітко структурувалася на користь комбінованого обробітку у верхніх горизонтах: у 0–30 см він забезпечив 27,1%, що істотно вище за диск (26,5%), чизель (26,4%) та оранку (25,7%) на 0,6–1,4 в.п. (НІР=0,2); у 0–50 см комбінований досяг 26,6% і достовірно перевищив як оранку 24,8% (+1,8 в.п.), так і диск 24,7% (+1,9 в.п.) та навіть чизель 25,6% (+1,0 в.п.) за НІР=0,3.

Таблиця 6

Основний обробіток ґрунту	Вологість ґрунту, %			
	Шар ґрунту, см			
	0–30	0–50	50–100	0–100
01.11.2024				
Оранка	21,9	20,7	17,5	19,1
Чизельний	23,8	22,1	18,1	20,2
Дисковий	23,8	21,9	18,1	20,0
Комбінований	24,0	22,0	17,4	19,8
НІР <sub>05</sub>	0,2	0,3	0,3	0,4
09.04.2025				
Оранка	25,7	24,8	17,8	21,3
Чизельний	26,4	25,6	18,5	22,1
Дисковий	26,5	24,7	18,1	21,4
Комбінований	27,1	26,6	18,3	22,4
НІР <sub>05</sub>	0,2	0,3	0,3	0,4

У глибшому шарі 50–100 см різниці менші, але характеристичні: максимальне значення зафіксовано у чизельного 18,5%, далі комбінований 18,3%, диск 18,1%, оранка 17,8%; перевага чизеля над оранкою становить 0,7 в.п., а комбінованого над оранкою 0,5 в.п., що перевищує НІР=0,3, тоді як різниця між комбінованим і диском (0,2 %) статистично незначуща. За інтегральним шаром 0–100 см комбінований сформував найвищий запас

22,4%, достовірно випередивши полицевий 21,3% і дисковий 21,4% на 1,0–1,1 в.п. ( $НІР=0,4$ ); відрив від чизеля 22,1% становить 0,3 в.п. і має характер тенденції. Динаміка між датами підтверджує, що поповнення запасів йде переважно у верхні 0–50 см: приріст у 0–30 см склав +3,8 в.п. для оранки, +2,6 для чизеля, +2,7 для диска і +3,1 для комбінованого; у 0–50 см максимальне збільшення у комбінованого (+4,6 в.п.), далі оранка (+4,1), чизель (+3,5), диск (+2,8), тоді як у 50–100 см зміни мінімальні (0–0,9 в.п.), що відповідає домінуванню інфільтраційно-капілярного перезволоження верхніх горизонтів; за інтегралом 0–100 см найбільший весняний приріст продемонстрував комбінований (2,6 %), далі оранка (2,2), чизель (1,9), диск (1,4).

Узгодження цих результатів із раніше встановленими структурними та гідрофізичними відмінностями вказує, що агрономічно цінна структура (висока частка 1–10 мм за комбінованого і низька частка <1 мм) забезпечує кращу акумуляцію вологи у верхній половині профілю без помітних втрат у глибині, тоді як дисковий обробіток через надлишок дрібної фракції має нижчий інтегральний запас і менший приріст, а полицевий - прийнятний весняний рівень при гіршій осінній акумуляції.

Практичний висновок: для чистого пару з позицій водного режиму озимої пшениці найбільш сприятливі умови формує комбінований обробіток, ресурсно виправданою альтернативою є чизельний (особливо щодо глибшого шару 50–100 см), тоді як дисковий системно поступається за інтегральним запасом і темпами поповнення вологи, що вимагає компенсаторних структуроутворювальних заходів.

### **3.5. Густина посівів пшениці озимої м'якої на ранніх фазах розвитку**

Наукова значущість зіставлення вологозабезпечення посівного шару з ранніми показниками формування густоти сходів полягає в тому, що саме поєднання фактичної вологості 0–10 і 0–30 см у момент сівби з якістю посівного ложа визначає енергію проростання, синхронність появи сходів і, зрештою, втрати потенційної густоти в перші тижні вегетації.

За наведеними даними на час сівби найвищий рівень вологості забезпечила оранка (14,1% у 0–10 см і 15,1% у 0–30 см), що на 0,6–1,0 в.п. більше порівняно з дисковим і чизельним обробітками та на 0,3 в.п. - відносно комбінованого; комбінований варіант утримував проміжне положення (13,5% у 0–10 см і 14,8% у 0–30 см), дисковий - найнижчу вологість глибини 0–30 см (14,1%), тоді як у верхніх 0–10 см обидва безполицеві варіанти та комбінований були практично рівні (13,4–13,5%).

Таблиця 7

**Показники вологості ґрунту та густоти сходів  
пшениці озимої м'якої у 2025 році.**

Показники	Варіанти дослідів			
	Оранка	Чизельний обробіток	Дисковий обробіток	Комбінований обробіток
сівба пшениці озимої				
Вологість ґрунту в шарі 0–10 см, %	14,1	13,4	13,5	13,5
Вологість ґрунту в шарі 0–30 см, %	15,1	14,5	14,1	14,8
через 25 діб після сівби				
Густота стояння, млн шт./га	3,28	2,91	3,01	3,20
Густота стояння до контролю, %	100	97,9	91,8	97,5
Польова схожість, %	96,5	95,9	89,9	94,4

Уже через 25 діб після сівби зафіксовано чітку ієрархію за фактичною збереженою густиною: оранка - 3,28 млн шт./га як контроль, комбінований - 3,20 млн шт./га (97,5% до контролю), дисковий - 3,01 млн шт./га (91,8% до контролю); за чизельним у таблиці наявна невідповідність між абсолютним значенням 2,91 млн шт./га і відносним показником 97,9% до контролю, оскільки перерахунок  $2,91/3,28$  дає 88,7%; отже, або абсолютне значення має

бути близьким до 3,21 млн шт./га (щоб відповідати 97,9%), або відносний показник потребує корекції до 88,7%.

Незалежно від цієї технічної похибки, загальна закономірність залишається сталою: найвищу фактичну густоту і, відповідно, мінімальні втрати на етапі проростання забезпечили оранка та комбінований обробіток, дискування - найнижчу, що цілком корелює з раніше показаною гіршою структурою та водопроникністю цього варіанта.

Показники польової схожості підтверджують цю типологію: максимальне значення за оранкою (96,5%) майже не поступається чизельному (95,9%) і комбінованому (94,4%), тоді як дисковий істотно відстає (89,9%), що свідчить не лише про дефіцит вологи в шарі 0–30 см у момент сівби, а й про можливий вплив запливання та кіркоутворення на тлі надлишку дрібних агрегатів, зафіксованого для дискування.

Важливо підкреслити, що різниця у вологості на рівні 0,3–1,0 в.п. на старті кампанії в умовах Степу може мати непропорційно великий ефект на енергію проростання, особливо за відсутності опадів у перші 1–2 тижні, і тут перевага оранки та комбінованого полягає не стільки в абсолютній вологості 0–10 см, скільки в сумарному запасі 0–30 см і якіснішому посівному ложі, що забезпечують рівномірний контакт насіння з ґрунтом.

Узагальнюючи, комплекс «вологість у момент сівби - польова схожість - фактична густота» найсприятливіше реалізується за оранки та комбінованого обробітку; дисковий варіант демонструє системне відставання, а чизельний - проміжне положення, причому уточнення суперечливих чисел по густоті для чизеля не змінює головного висновку: ресурсозберігаюча комбінована система здатна майже відтворити контрольні показники за значно кращої протиерозійної структури, тоді як дискування потребує компенсаторних прийомів для підвищення рівномірності сходів (розпушення, запобігання кірці, корекція строків і глибини загорання).

### 3.6. Продуктивність пшениці озимої м'якої за врожайністю зерна

Наукова доцільність аналізу врожайності в системах основного обробітку полягає в тому, що цей інтегральний показник акумулює вплив структурного стану орного шару, водопроникності, фактичної вологості посівного горизонту на момент сівби та збереженості сходів, тож дозволяє верифікувати, чи трансформуються зафіксовані раніше відмінності у фізичних властивостях ґрунту в реальний приріст зерна.

За результатами 2025 р. найвищий середній рівень забезпечив чизельний обробіток - 4,61 т/га, що на 0,06 т/га (+1,3%) вище за полицеву оранку (4,55 т/га), однак ця різниця менша за  $НІР_{05}=0,12$  т/га і статистично неістотна; натомість перевага чизеля над комбінованим (4,39 т/га) становить 0,22 т/га (+5,0%) і є достовірною, так само як і над дисковим (4,26 т/га) - 0,35 т/га (+8,2%).

Полицевий варіант на рівні 4,55 т/га достовірно перевищив комбінований на 0,16 т/га (+3,5%) і дисковий на 0,29 т/га (+6,8%), що також перевищує поріг НІР; різниця між комбінованим та дисковим становить 0,13 т/га (+3,1%) і за заданого НІР є надійною (табл.8).

Таблиця 8

#### Урожайність зерна пшениці озимої м'якої за експериментальними варіантами (за 2025 р.), т/га

Варіанти дослідів	Врожайність зерна, т/га
Оранка	4,55
Чизельний обробіток	4,61
Дисковий обробіток	4,26
Комбінований обробіток	4,39
$НІР_{05, т/га}$	0,12

Таким чином, ранжування за середніми і з урахуванням значущості має вигляд: чизельний - полицевий - комбінований - дисковий, де знак - означає відсутність достовірної різниці між двома найвищими варіантами. Узгодження цих підсумків з попередніми блоками показників пояснює картину: дискування, яке формувало найменшу протиерозійну стійкість, нижчу водопроникність і нижчу вологість 0–30 см, очікувано дало мінімальну

врожайність; комбінований, попри кращий структурний стан і водний режим, поступився чизелю та оранці, що може бути наслідком тонких відмін у перерозподілі вологи між 0–30 та 50–100 см і реакції сорту на глибину розпушення.

Практичний висновок: для умов чистого пару у 2025 р. найбільш продуктивними виявилися чизельний та полицевий обробітки (без між собою істотної різниці), комбінований забезпечив проміжний рівень, а дисковий - статистично найнижчий; отже, за орієнтації на стабільний урожай у посушливих умовах доцільно віддавати перевагу чизелю або оранці, тоді як дискування варто використовувати лише із компенсаторними прийомами, спрямованими на поліпшення структури й водного режиму.

### **3.7. Показники біохімічної та технологічної якості зерна пшениці озимої м'якої**

Оцінювання білково-клейковинного комплексу має ключове значення, оскільки саме вміст сирого білка й клейковини визначає хлібопекарську цінність зерна і відображає, наскільки обрана система основного обробітку через структуру ґрунту, вологозабезпечення та азотний режим трансформується у якість продукції.

За даними 2025 р. діапазон варіювання білка становив 14,0–14,3%, клейковини - 25,6–26,1%, тобто відмінності невеликі в абсолютних величинах, але технологічно відчутні; звернімо увагу, що в таблиці позначено «НІР<sub>0,05</sub>, т/га», що, ймовірно, є технічною помилкою, адже для якісних показників коректною одиницею є «%», і далі інтерпретація наведена саме в цих одиницях.

За білком найвищий показник зафіксовано за оранки - 14,3%, другі позиції ділять комбінований та чизельний обробітки - по 14,2%, а мінімальне значення має дискування - 14,0%; різниця між оранкою і диском становить 0,3 в.п. і перевищує НІР<sub>05</sub>=0,11%, отже статистично достовірна, так само достовірно нижчим за обидва варіанти 14,2% є диск (розрив 0,2 в.п. > НІР),

тоді як різниця 14,3 проти 14,2 (оранка vs комбінований/чизель) дорівнює 0,1 в.п. і не досягає порогу значущості (табл. 9).

Таблиця 9

**Показники білка та клейковини в зерні  
пшениці озимої м'якої за даними 2025 р.**

Варіанти дослідів	Вміст, %	
	білка	клейковини
Оранка (23–25 см)	14,3	26,0
Чизельний (30–32 см)	14,2	25,6
Дискування (10–12 см)	14,0	25,6
Комбінований (23–25 см)	14,2	26,1
НІР <sub>05, т/га</sub>	0,11	0,19

За клейковиною лідирує комбінований обробіток - 26,1%, практично на рівні оранки - 26,0% (0,1 в.п., менше НІР<sub>0,05</sub>=0,19%), тоді як чизельний і дисковий мають однакові 25,6% і достовірно поступаються кожному з двох лідерів на 0,4–0,5 в.п., що перевищує НІР. Узгодженість між білком і клейковиною загалом зберігається: варіант з мінімальним білком (диск) має і найнижчу клейковину, а варіанти з підвищеним білком (оранка, комбінований, чизель) демонструють і вищі значення клейковини; у межах цього вузького інтервалу це відповідає очікуваному позитивному зв'язку між показниками, обумовленому рівнем азотного забезпечення й інтенсивністю післязбиральної ремобілізації азоту у зерно. З позицій механізмів, вищі значення якості за оранки й комбінованого можуть пояснюватися поєднанням кращого водного режиму у верхній половині профілю (0–50 см), що ми фіксували раніше, та ефективнішої мінералізації і засвоєння азоту; при цьому для комбінованого характерна дещо нижча врожайність порівняно з чизельним, що могло посилити «ефект розбавлення» і сприяти вищій концентрації білка/клейковини в зерні, тоді як чизель, забезпечивши максимальний урожай, зберіг прийнятний, але трохи нижчий рівень якісних показників. Практично це означає, що всі розглянуті системи формують зерно з достатнім для продовольчого використання вмістом білка і клейковини, але за орієнтації на підвищену хлібопекарську цінність доцільно віддавати перевагу

комбінованому або полицевому обробітку, які забезпечують статистично вищу клейковину (і не поступаються за білком), тоді як дискування - ризикований варіант щодо якості, оскільки стабільно демонструє мінімальні значення обох показників; у разі застосування дискової системи варто передбачати корекцію азотного живлення або посилення структуроутворювальних прийомів для нівелювання якості.

## РОЗДІЛ 4

### ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Вивчення економічної ефективності різних систем основного обробітку ґрунту є принципово важливим, тому що саме вона інтегрує біофізичні переваги технології (структура орного шару, водопроникність, збереженість сходів) у кінцеві фінансові результати виробництва валову виручку, собівартість і рентабельність та дозволяє оцінити, чи трансформуються спостережені раніше агрофізичні відмінності у стійку економічну перевагу.

За підсумками 2025 р. найкращі фінансові метрики продемонстрував чизельний обробіток: за рахунок найвищої врожайності 4,61 т/га він забезпечив найбільшу валову вартість продукції 43 795 грн/га при водночас мінімальних у групі виробничих витратах 20 769,8 грн/га, що сформувало найнижчу собівартість 1 т зерна 4 505,4 грн (табл. 10),

Таблиця 10

#### Вплив способів обробітку ґрунту на економічну ефективність виращування пшениці озимої м'якої (2025 р.)

Врожай- ність, т/га	Валова вартість продукції, грн/га	Виробничі витрати, грн/га	Собіва- ртість 1 тони зерна, грн	Умовно чистий прибуток, грн/га	Рівень рента- бельнос- ті, %
<b>Оранка (23–25 см)</b>					
4,55	43 225	21 232,3	4 666,4	21 992,7	103,6
<b>Чизельний обробіток (30–32 см)</b>					
4,61	43 795	20 769,8	4 505,4	23 025,2	110,9
<b>Дисковий обробіток (10–12 см)</b>					
4,26	40 470	20 598,8	4 835,4	19 871,2	96,5
<b>Комбінований обробіток (23–25 см)</b>					
4,39	41 705	20 995,6	4 782,6	20 709,4	98,6

Найбільший умовно чистий прибуток 23 025,2 грн/га і найвищий рівень рентабельності 110,9%; для порівняння, оранка при близькій врожайності 4,55 т/га дала 43 225 грн/га валу, але через вищі витрати 21 232,3 грн/га мала

дорожчу тонну 4 666,4 грн, менший прибуток 21 992,7 грн/га і нижчу рентабельність 103,6%, тобто чизель перевищив полицевий варіант на +1 032,5 грн/га прибутку і +7,3 в.п. рентабельності при меншій собівартості на 161,0 грн/т; комбінований обробіток, попри кращий структурний стан ґрунту, поступився економічно через нижчу врожайність 4,39 т/га: вал 41 705 грн/га поєднався з витратами 20 995,6 грн/га, що збільшило собівартість до 4 782,6 грн/т, зменшило прибуток до 20 709,4 грн/га і опустило рентабельність до 98,6% це на 2 315,8 грн/га і 12,3 в.п. менше, ніж у чизельного, а собівартість вища на 277,2 грн/т; найгірші показники отримано за дискового обробітку: хоч витрати тут одні з найнижчих (20 598,8 грн/га), недостатня врожайність 4,26 т/га обмежила валову виручку 40 470 грн/га, підняла собівартість до максимуму 4 835,4 грн/т і зумовила найменший прибуток 19 871,2 грн/га та мінімальну рентабельність 96,5%, тобто відставання від чизеля становить 3 154,0 грн/га прибутку і 14,4 в.п. рентабельності, а собівартість вища на 330,0 грн/т; зіставлення «виручка–витрати» показує, що навіть за близьких виробничих витрат вирішальними стають саме врожайність і, як наслідок, собівартість одиниці продукції: чизельний обробіток поєднав найбільший вал із найнижчою собівартістю, у той час як дисковий поєднав найменший вал із найвищою собівартістю, а полицевий і комбінований зайняли проміжні позиції з перевагою оранки над комбінованим за прибутком і рентабельністю; підсумовуючи, у виробничих умовах 2025 р. економічно найдоцільнішим став чизельний обробіток (лідер за прибутком і рентабельністю при мінімальній собівартості), оранка забезпечила стабільний і близький до максимуму результат, комбінований виявився прийнятним, але поступився через меншу врожайність і вищу собівартість, тоді як дисковий обробіток сформував системно найгіршу економіку, що узгоджується з його слабшими агрофізичними показниками і вимагає компенсаторних технологічних рішень, якщо його все ж застосовувати.

## **РОЗДІЛ 5**

### **ОХОРОНА ПРАЦІ**

#### **5.1. Дослідження стану охорони праці в фермерському господарстві**

Організація охорони праці в фермерському господарстві «НІКА АГРО 2020» Кам'янського 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 «НІКА АГРО 2020», 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 «НІКА АГРО 2020» 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 «НІКА АГРО 2020» 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:

$$K_{\text{чт}} = \frac{T}{P} \times 1000 = \frac{1}{12} \times 1000 = 38,4$$

де Т – кількість нещасних випадків;

Р – кількість працівників;

1000 – перерахування на 1000 працівників.

Коефіцієнт важкості травматизму:

$$K_{\text{вт}} = \frac{Д}{Т} = \frac{12}{1} = 11$$

де Д – кількість непрацевдатних днів.

Коефіцієнт втрати робочого часу:

$$K_{\text{вт}} = \frac{Д}{P} \times 1000 = \frac{12}{20} \times 1000 = 255$$

Таблиця 12

**Аналіз нещасних випадків та виробничого травматизму в фермерському господарстві**

Показники травматизму	2024 рік	2025 рік
Кількість працюючих людей	12	12
Кількість нещасних випадків	1	–
Кількість днів непрацевдатності, діб		–
- від травматизму	15	–
- від захворювання		–
Втрати, тис. грн:		–
- від травматизму	2,5	–
- від захворювання		–
Коефіцієнт травматизму	38,4	–
Коефіцієнт важкості травматизму	11	–
Коефіцієнт втрати робочого часу	255	–

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. – 12 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 12 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, нарукавники, 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, промивати водою з милом не менше 15 хв; в очі - промивати 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, CO<sub>2</sub>), зі страхувальним спорядженням, верхньою страховкою і спостерігачем, із повною зупинкою і ЛОТО 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

У системі чистого пару найсприятливіший для озимої пшениці структурний стан орного шару (0–20 см) формували комбінований та чизельний обробітки: частка агрономічно цінних агрегатів 0,25–10 мм становила 74,6% і 73,7% відповідно, що достовірно перевищувало оранку (59,9%) і дискування (63,9%) при  $НІР_{05}=2,3-2,4$ ; водночас частка ерозійно небезпечних часток <1,0 мм була мінімальною за комбінованого/чизельного (23,3–26,3%) і максимальною за дискового (42,7%).

Перед сівбою пшениці щільність складення у підорних шарах 10–30 см була найнижчою за оранки та комбінованого (1,15–1,26 г/см<sup>3</sup>) і істотно вищою за чизельного та особливо дискового варіантів (1,30–1,38 г/см<sup>3</sup>); різниці між диском/чизелем та оранкою/комбінованим перевищували  $НІР_{05}=0,03$ , що свідчить про ризиковане ущільнення профілю при дискуванні.

Водопроникність чистого пару (інфільтрація) була найвищою за оранки та комбінованого: за 1-шу годину 131,4 і 124,0 мм·год<sup>-1</sup> проти 108,0 мм·год<sup>-1</sup> (чизель) і 81,1 мм·год<sup>-1</sup> (диск), з достовірними відмінностями при  $НІР_{05}=2,8$ ; у режимі фільтрації на 3-й годині комбінований (69,6 мм·год<sup>-1</sup>) і оранка (68,4 мм·год<sup>-1</sup>) істотно переважали диск (52,7 мм·год<sup>-1</sup>), що підкреслює кращу провідність порового простору у цих системах.

За профільною вологістю ґрунту ресурсозберігаючі варіанти восени (01.11.2024) переважали оранку у верхніх 0–30 та 0–50 см на 1,2–2,1 в.п. ( $НІР_{05}=0,2-0,3$ ), а навесні (09.04.2025) максимальні значення забезпечив комбінований обробіток: 27,1% (0–30 см), 26,6% (0–50 см) та інтегрально 22,4% (0–100 см), достовірно вище полицевого й дискового ( $НІР_{05}=0,3-0,4$ ).

На момент сівби найвищий запас води у посівному горизонті забезпечили оранка та комбінований (у 0–30 см 15,1% і 14,8% відповідно), що відбилося на кращій збереженості сходів: через 25 діб фактична густина становила 3,28 млн шт./га (оранка) і 3,20 млн шт./га (комбінований) проти 3,01

млн шт./га за дискування; польова схожість була найнижчою за дискового обробітку (89,9%) і вищою за оранки/чизеля/комбінованого (94,4–96,5%).

Врожайність зерна у 2025 р. ранжувалася як: чизельний 4,61 т/га  $\approx$  оранка 4,55 т/га (різниця  $< \text{НІР}_{05}=0,12$ , недостовірно)  $>$  комбінований 4,39 т/га  $>$  дисковий 4,26 т/га (обидві різниці від лідерів - достовірні), що узгоджується з кращим поєднанням структурного стану та водного режиму у перших двох системах.

Економічна оцінка при ціні реалізації 9 500 грн/т показала перевагу чизельного обробітку: мінімальна собівартість 4 505,4 грн/т, максимальний умовно чистий прибуток 23 025,2 грн/га та рентабельність 110,9%; оранка забезпечила близький результат (4 666,4 грн/т; 21 992,7 грн/га; 103,6%), комбінований - прийнятний, але нижчий (4 782,6 грн/т; 20 709,4 грн/га; 98,6%), тоді як дисковий сформував найгіршу економіку (4 835,4 грн/т; 19 871,2 грн/га; 96,5%). Практично доцільно надавати перевагу чизельному або полицевому обробітку; комбінований варто застосовувати як структурно й водно вигідний компроміс, а дискування - лише з компенсаторними прийомами (структурутворення, контроль колійності, мульчування), аби мінімізувати ризики ущільнення, заплівання та втрат врожайності.

## **РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ**

В умовах Північного Степу України, для збереження агрофізичних властивостей ґрунту, забезпечення високої врожайності та якості зерна пшениці озимої м'якої, а також досягнення максимальної рентабельності, рекомендується застосовувати основний обробіток чистого (чорного) пару за допомогою чизельного знаряддя Terradig SSD на глибину 30–32 см.

## 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. Адаменко Т. І. Зміна агрокліматичних умов холодного періоду в країні при глобальному потеплінні клімату / Т. І. Адаменко // Агроном. № 4. С. 12–13.
3. Артеменко С. Зміни кліматичних умов і заходи вирішення проблеми. Пропозиція. 2020. № 4. С. 32–34.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. Бараболя О. В. Вплив попередників на врожайність та якість зерна сортів пшениці м'якої озимої / О. В. Бараболя // Зб. наук. пр. Уманського нац. ун-ту садівництва. Умань, 2011. В. 76. Ч. 1. С. 102–106.
8. Гандзюк М. П. Основи охорони праці : Підручник. 2-е вид. / Гандзюк М.П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. К. : Каравела, 2004. 408 с.
9. 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.
10. Гасанова І. І. Продуктивність та якість зерна різних сортів озимої пшениці по чорному пару / І. І. Гасанова, А. С. Бондаренко, О. О. Педаш //

Вісник Полтавської державної аграрної академії. Полтава, 2008. № 1. С. 164–166.

11. Гирка А. Д. Ефективність вирощування пшениці озимої залежно від системи обробітку ґрунту та сівби / А.Д. Гирка, О.О. Винюков, Т.В. Гирка, О.І. Бокун, А.О. Кулик *Зернові культури*. 2019. Т. 3. № 1. С. 61–67. *НОМ*", 2005. Ч. 2. С. 6–8.

12. 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).

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

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

15. Демешко К. Н. Обработка почвы под озимую пшеницу / К. Н. Демешко // *Озимой пшенице высокую агротехнику*. Днепропетровск : Промінь, 1966. С. 23–24.

16. 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.

17. Жемела Г. П. Удосконалення технології вирощування екологічно чистого і якісного зерна озимої пшениці / Г. П. Жемела, П. В. Писаренко // *Зб. наукових праць Уманського держ. агр. ун-ту (Спец. випуск. Біологічні науки і проблеми рослинництва)*. Умань, 2003. С. 702–707.

18. Животков Л. О. Озимі зернові культури / [Л. О. Животков, С. В. Бірюков, Л. Т. Бабаянець та ін.] ; за ред. Л. О. Животкова і С. В. Бірюкова. К. : Урожай, 1993. 288 с.

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

20. 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.

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

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

23. Когут І. М. Вплив попередників на якість товарного зерна озимої пшениці / Когут І. М., Жук М. М. // Таврійський науковий вісник: зб. наук. пр. – Херсон, 2009. Вип. 67. С. 30–36.

24. Коломієць М. В. Агротехнологічні аспекти стійкої продуктивності озимої пшениці у повторних посівах [Електронний ресурс] / М. В. Коломієць // Історія науки і біографістика. 2007. № 2. С.25–35.

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

26. Кудря С. І. Азотне підживлення пшениці озимої після різних попередників / С. І. Кудря, М. К. Клочко, Н. А. Кудря // Вісн. Харківського нац. аграр. ун-ту ім. В. В. Докучаєва : зб. наук. пр. Х., 2010. № 5. С. 128–130.

27. Кузнецов В. В. Физиология растений / В. В. Кузнецов, Г. А. Дмитриева. – Изд. 2–е перераб. и доп. М. : Высш. шк., 2006. 742 с.

28. 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.

29. Льоринець Ф. А. Вплив попередників та систем удобрення на урожай і якість зерна озимої пшениці / Ф. А. Льоринець, Л. М. Десятник, О. О. Шевченко // Бюлетень Ін-ту зерн. Госпо-ва УААН. Дніпропетровськ, 2000. № 14. С. 29–34.

30. Мельничук Д. Якість ґрунтів та сучасні системи удобрення; за ред. Д. Мельничука. К. : Аристотель, 2004. 488 с.

31. 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.
32. 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.
33. Минеев В. Г. Агрохимические основы повышения качества зерна пшеницы / В. Г. Минеев, А. Н. Павлов М. : Колос, 1981. 289 с.
34. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України : наукове видання. К.: Аграрна наука, 2004. 844 с.
35. Нетіс І. Т. Пшениця озима на півдні України : Монографія. Херсон : Олді-плюс, 2011. 460 с.
36. Нетіс І. Т. Зміна клімату в зоні зрошення / І. Т. Нетіс // Зрошуване землеробство : Темат. наук. збірник. 1994. Вип. 39. С 7–11.
37. Нетіс І. Т. Водний режим ґрунту на посівах озимої пшениці та його регулювання / І. Т. Нетіс // Інститут землеробства південного регіону УААН. Херсон, 2009. 60 с.
38. Невмивако Г. В. Вплив попередників на врожайність і якість зерна озимої пшениці / Г. В. Невмивако // Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2008. № 4. С. 74–76.
39. Нестерець В. Г. Агрометеорологічні умови вирощування озимої пшениці в північно–східній частині Степу протягом 2001–2005 рр. / В. Г. Нестерець, М. І. Пихтін, М. М. Солодушко [та ін.] // Бюлетень ІЗГ УААН. 2006. № 28–29. С. 124–132.
40. Никитишев В. И. Плодородие почвы и устойчивость функционирования агроэкосистем / [В. И. Никитишев] ; за ред. В. Г. Минеева. М. : Наука, 2002. 258 с.
41. Основы специализированных севооборотов по производству зерна в интенсивном земледелии / Е. М. Лебедь, Г. М. Белоус, И. И. Кулик [та ін.] //

Пути повышения продуктивности зерновых культур в севооборотах степи УССР. – Днепропетровск. 1986. С. 8–9.

42. 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.

43. Пешкова А. А. Влияние климатических условий весеннего периода на урожайность озимой пшеницы / А. А Пешкова, Н. В. Дорофеев // Зерновое хозяйство. 2001. № 3(6). С. 16–19.

44. Примак І. Д. Несприятливі 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.

45. Просунько В. Чого чекати від глобального потепління / В. Просунько // Пропозиція 2001. № 12. С. 40–41.

46. Прянишников Д. Н. Севооборот и его значение в поднятии наших урожаев / Д. Н. Прянишников М. : Сельхозиздат, 1945. С. 165–187.

47. Пшениця озима в зоні Степу, кліматичні зміни та технології вирощування / Черенков А. В., Нестерець В. Г., Солодушко М. М. [та ін.] // За ред. А. В. Черенкова. Монографія. Дніпропетровськ : Нова ідеологія, 2015. 548 с.

48. Рекомендації по виробництву високоякісного зерна озимих сортів пшениці і тритикале в північному Степу України / А. В. Черенков, І. І. Гасанова, М. М. Солодушко, Є. Л. Конопльова та ін. – Дніпропетровськ, 2011. 22 с.

49. Сайко В. Ф. Наукові основи землеробства в зв'язку зі світовою економічною кризою / В. Ф. Сайко // Посібник українського хлібороба 2010. – Київ, 2010. С. 64–68.

50. Сайко В. Ф. Наукові основи стійкого землеробства в Україні / В. Ф. Сайко // Вісн. аграрн. науки. № 1. 2011. С. 5–12.

51. Серета І. І. Вплив попередників і мінеральних добрив на вміст вологи в ґрунті та продуктивність озимої пшениці / І. І. Серета // Бюлетень Інституту зернового господарства УААН. – Дніпропетровськ, 2010. – № 39. – С. 156–158.

52. Скидан В. Озиму пшеницю на Херсонщині можна доволі прибутково вирощувати в рисових чеках / В. Скидан, М. Скидан // Зерно і хліб. 2014. – № 3. С. 22–23.

53. Солодушко М. М. Вплив мінерального живлення на якість зерна пшениці озимої в північному Степу / М. М. Солодушко, І. І. Гасанова, І. І. Серета // Матеріали науково–практичної конференції молодих учених і спеціалістів «Агротехнології для сталого виробництва конкурентоспроможної продукції» Чабани, 2012. С. 61–62.

54. Танчик С. П. No-till і не тільки Сучасні системи землеробства / Танчик С. П. К. : Юнівест Медіа, 2009. 160 с.

55. Танчик С. Чи можливо отримати в Україні 80 млн т зерна / С. Танчик // Пропозиція. 2012. № 1. С. 58–60.

56. Трибель С. О. Стійкі сорти : проблеми і перспективи / С. О. Трибель // Засоби і методи. 2005. С. 3–4.

57. Тухтаєв М. О. Продуктивність озимої пшениці по різних предшественниках / М. О. Тухтаєв // Аграрная наука. – 2012. – № 9. – С. 15–17.

58. Цандур М. О. Використання парів у сівоzmінах Степу південного / М. О. Цандур / Вісн. аграр. науки півд. Регіону : Міжвід. темат. наук. зб. 2005. Вип. 6. С. 4–9.

59. Цюлюрик О.І. Біологічна активність ґрунту короткоротаційної сівоzmіни 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.

60. Цюлюрик О.І. Біологічна активність ґрунту короткоротаційної сівоzmіни 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.

61. Черенков А. В. Пшениця озима – розвиток та селекція культури в історичному аспекті / А. В. Черенков, І. І. Гасанова, М. М. Солодушко // Бюлетень ІСГ НААН України. 2013. № 4. С. 3–8.

62. Черенков А. В. Азотний режим ґрунту в посівах озимої пшениці та доцільність ранньовесняного підживлення в північному Степу України / А. В. Черенков, В. І. Чабан, В. Ю. Коваленко та ін. // Бюлетень Інституту зернового господарства УААН. 2008. № 35. С. 119–121.

63. Шевченко С.М. Домінування системних методів в регулюванні фітоценотичної та алергенної шкодочинності амброзії в складних біоландшафтах / С.М. Шевченко, О.М. Шевченко // Матеріали Міжнародної науково–практичної конференції «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур» (м. Дніпро, 20 листопада 2020 р.). Дніпро: ДДАЕУ, 2019. 114–116 с.

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

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

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

67. 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.

68. 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.

69. 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. Поленок // Бюлетень Інституту зернового господарства НААН. – Дніпропетровськ, 2011. №40. С. 81–85.

70. 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.

71. 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.

72. Pollhamer E. Quaility of wheat in different agrotechnical trials / E. Pollhamer // Akademiai Kiado, Budapest. 2019. 199 p.

73. Shcatula Y. Assessment of the effectiveness of the application of technological elements in the growing of winter wheat. Polish journal of science. 2020. № 25. P. 12–21.

74. 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.