

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 МИЦИК

“ _____ ” _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня «Магістр» на тему:
**ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ
ОЗИМОЇ НА ВРОЖАЙНІСТЬ В УМОВАХ ТОВАРИСТВА З
ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «АГРОФІРМА «СЛАВУТИЧ»
ЗАПОРІЗЬКОГО РАЙОНУ ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Здобувач

_____ Артем ПАВЕЛКО

Керівник кваліфікаційної роботи,
професор

_____ Сергій ШЕВЧЕНКО

Дніпро 2025

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

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

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

(підпис)

“ _____ ” _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

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

Павелка Артема Олексійовича

1. Тема роботи: Вплив елементів технології вирощування пшениці озимої на врожайність в умовах товариства з обмеженою відповідальністю «Агрофірма «СЛАВУТИЧ» Запорізького району Запорізької області

2. Термін подачі здобувачем завершеної кваліфікаційної роботи на кафедру “ _____ ” _____ 2025 р.

3. Вихідні дані для роботи:

- с.-г. підприємство – товариство з обмеженою відповідальністю «Агрофірма «СЛАВУТИЧ»

- сільськогосподарська культура – пшениця озима

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їй належить розробити) обґрунтувати раціональні норми внесення азоту, фосфору й калію для обраного сорту пшениці озимої з урахуванням агрохімічного стану ґрунту; оцінити, як окремі типи мінеральних добрив та їх комбінації впливають на врожайність і показники якості зерна (білок, клейковина, натура тощо); кількісно визначити зміни у засвоєнні та винесенні елементів живлення за різних схем мінерального живлення; з'ясувати, як забезпеченість ґрунту рослиннодоступними формами азоту (за результатами різних методів визначення) модулює ефективність застосування азотних добрив; провести економічне обґрунтування використання окремих видів мінеральних добрив та їх поєднань під час вирощування пшениці озимої у виробничих умовах Синельниківського району Дніпропетровської області.

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

облікові документи та картосхеми полів господарства, генеральний план-схема землекористування господарства

6. Дата видачі завдання: _____

Керівник
кваліфікаційної роботи _____ Сергій ШЕВЧЕНКО
(підпис)

Завдання прийняв
до виконання _____ Артем ПАВЕЛКО
(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

Здобувач _____ Артем ПАВЕЛКО
(підпис)

Керівник
кваліфікаційної роботи _____ Сергій ШЕВЧЕНКО
(підпис)

ЗМІСТ

	стр.
РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ОПТИМІЗАЦІЯ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	10
1.1. Морфо-біологічні особливості пшениці озимої	10
1.2. Сортові особливості як фактор регулювання продуктивності	13
1.3. Вплив технології вирощування пшениці озимої на її продуктивність	16
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	20
2.1. Ґрунтово-кліматичні умови проведення експерименту	20
2.2. Схема та методика проведення досліджень	24
2.3. Методи досліджень	26
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	29
3.1. Щільність складення ґрунту залежно від умов вирощування	29
3.2. Загальна пористість ґрунту залежно від умов вирощування	31
3.3. Запаси доступної вологи залежно від агротехніки	34
3.4. Вплив агротехніки на агрохімічні показники ґрунту	37
3.5. Ріст і розвиток рослин пшениці озимої	40
3.6. Врожайність зерна пшениці озимої	44
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ	47
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ	50
5.1. Дослідження стану охорони праці в фермерському господарстві	50
5.2. Аналіз виробничого травматизму в фермерському господарстві	51
5.3. Вимоги безпеки під час приготування, заправки та внесення пестицидів	52
5.4. Заходи з підвищення рівня безпеки праці на підприємстві	53
ВИСНОВКИ	55

	4
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	59

РЕФЕРАТ

Тема дипломної роботи. Вплив елементів технології вирощування пшениці озимої на врожайність в умовах товариства з обмеженою відповідальністю «Агрофірма «СЛАВУТИЧ» Запорізького району Запорізької області

Об'єкт вивчення. Процес формування продуктивності пшениці озимої.

Предмет дослідження. Сорт пшениці озимої МІП Феєрія.

Методи дослідження. Методичне забезпечення дослідження ґрунтувалося на принципах багатofакторного експерименту із застосуванням регресійного моделювання та дисперсійного аналізу. Статистичну обробку результатів виконано у програмних середовищах STATISTICA та Microsoft Excel.

Наукова новизна. Уперше для виробничих умов ТОВ «Агрофірма «Славутич» Запорізького району Запорізької області експериментально доведено результативність застосування гумінового добрива «Гуматік Форте» у технології вирощування пшениці озимої. Уточнено закономірності впливу препарату на ріст, розвиток і формування продуктивності залежно від попередника чорний і зайнятий пар. Розроблено науково обґрунтовані регламенти використання (строки, способи та дози внесення), впровадження яких забезпечує приріст урожайності на 0,45–0,69 т/га і підвищення рівня рентабельності на 35–46 %.

Кваліфікаційна робота складається із вступу, 5 розділів, висновків і рекомендацій виробництву, списку використаних літературних джерел. Загальний обсяг роботи 67 сторінок комп'ютерного тексту, включаючи 10 таблиць, 1 рисунок. Список використаних джерел складається з 68 найменувань.

Ключові слова: пшениця озима, добрива, попередник, урожайність, продуктивність, економічна ефективність.

ВСТУП

Актуальність теми. Світовий ринок пшениці демонструє стале зростання: обсяги міжнародної торгівлі наближаються до 155 млн т, а середня врожайність у світі становить близько 3,9 т/га. За оцінками на 2025 рік, сукупне виробництво зернових очікується на рівні близько 2 745 млн т, тоді як споживання пшениці прогнозується на рівні орієнтовно 784 млн т. На цьому тлі вирощування озимої пшениці у посушливій Степовій зоні України має ключове значення для продовольчої безпеки та експортного потенціалу держави.

Для формування високих і стабільних урожаїв із належними показниками якості зерна, поряд із традиційним внесенням макродобрив, зростає роль біопрепаратів, біологічно активних речовин і мікроелементів. Численні дослідження вказують, що невеликі потреби рослин у мікроелементах доцільно компенсувати позакореневими підживленнями, поєднуючи їх із біопрепаратами та регуляторами росту. Використання багатокomпонентних бакових сумішей дає змогу вибудувати цілісну систему живлення та захисту й одночасно оптимізувати виробничі витрати. Водночас у технологіях вирощування озимої пшениці такі підходи впроваджуються фрагментарно, що зумовлює потребу у виробничо перевірених регламентах їх застосування.

Отже, актуальним є обґрунтування раціональних схем догляду за посівами озимої пшениці – з урахуванням поєднання макро- та мікроживлення, застосування біопрепаратів і сучасних засобів інтегрованого захисту – які забезпечують підвищення та стабілізацію врожайності в умовах Степу України.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження є складовою планової наукової тематики кафедри загального землеробства та ґрунтознавства ДДАЕУ і відповідає напряму «Наукове забезпечення агропромислового виробництва Дніпропетровської області».

Отримані результати інтегруються у науково-методичну роботу кафедри та можуть бути використані в навчальному процесі.

Мета дослідження. Оптимізувати технологічні прийоми вирощування пшениці озимої для підвищення врожайності та покращення якості зерна шляхом використання гумінових добрив у поєднанні з різними попередниками (чорний і зайнятий пар).

Завдання дослідження:

Оцінити, як варіанти мінерального та гумінового живлення разом із попередниками впливають на агрофізичні (щільність, вологозапаси тощо) та агрохімічні (вміст доступних форм N, P, K, рН, гумус) властивості ґрунту.

Встановити вплив досліджуваних агроприймів на водоспоживання і показники фотосинтетичної діяльності рослин пшениці озимої (площа листової поверхні, інтенсивність фотосинтезу та ін.).

Провести економічну оцінку ефективності різних комбінацій добрив і попередників (урожайність, собівартість, прибуток, рівень рентабельності).

Здійснити виробничу апробацію регламентів застосування гумінових добрив і схем попередників для озимої пшениці та підготувати рекомендації щодо їх упровадження у виробництво.

Об'єкт вивчення. Процес формування врожайності пшениці озимої.

Предмет дослідження. Сорт пшениці озимої МПП Феєрія.

Методи дослідження. Методологічну основу роботи становили принципи багатофакторного експерименту із порівняльним аналізом літературних джерел та власних емпіричних даних. Дослідження виконували із застосуванням загальноприйнятих для рослинництва підходів: польових спостережень, інструментальних вимірювань і лабораторних аналізів, проведених за чинними методиками на базі науково-дослідних установ. Інформаційну базу склали результати власних дослідів у поєднанні з публікаціями провідних фахівців із землеробства та рослинництва, а також матеріалами наукових конференцій.

Польові та лабораторні методи спрямовували на оцінку агрофізичних і

агрохімічних показників ґрунту, фізіолого-біохімічних параметрів рослин та елементів структури врожаю. Вимірювання виконували на сучасних, атестованих приладах, що проходять періодичну метрологічну перевірку; для підвищення надійності результатів дотримувалися вимог повторності та контролю якості вимірювань.

Методична частина статистичної обробки ґрунтувалася на теорії багатофакторних дослідів із використанням дисперсійного аналізу (одно- та багатофакторного ANOVA) і регресійного моделювання. Перед застосуванням ANOVA перевіряли виконання ключових передумов (нормальність розподілу та однорідність дисперсій); за потреби здійснювали відповідні перетворення даних. Рівень статистичної значущості приймали $p \leq 0,05$, обчислювали довірчі інтервали та стандартні відхилення. Обчислення виконували у програмних середовищах STATISTICA та Microsoft Excel.

Наукова новизна. Уперше в умовах ТОВ «Агрофірма «Славутич» Запорізького району Запорізька області експериментально обґрунтовано доцільність застосування гумінового добрива «Гуматік Форте» у технології пшениці озимої. Уточнено закономірності впливу препарату на ріст, розвиток і формування врожаю залежно від попередника (чорний і зайнятий пар). Запропоновано регламенти (строки та дози), що забезпечують приріст урожайності 0,45–0,69 т/га і підвищення рентабельності на 35–46 %.

Теоретична та практична значимість. Теоретичне значення полягає в систематизації та розвитку знань про агроекологічні наслідки використання чорного й зайнятого пару в сівозмінах Степової зони, а також у встановленні закономірностей дії гумінових добрив на метаболічні процеси, ріст і продуктивність озимої пшениці з урахуванням попередника. Уточнено причино-наслідкові зв'язки між змінами агрофізичних та агрохімічних властивостей ґрунту і формуванням елементів структури врожаю. Практичне значення роботи полягає у створенні науково обґрунтованих, виробничо придатних рекомендацій щодо застосування гумінових препаратів залежно від попередника, що забезпечує раціональне використання ресурсів, підвищення

врожайності та економічної віддачі технології, а також сприяє збереженню родючості ґрунту й зниженню екологічних ризиків у системах землеробства Степу України.

Особистий внесок. Особистий внесок автора полягає у самостійному формулюванні мети й завдань, розробленні програми та методики експерименту, виконанні польових і лабораторних досліджень, статистичній та економічній обробці результатів, підготовці їх наукового опису, оформленні кваліфікаційної роботи, а також у підготовці висновків, виробничих рекомендацій і матеріалів для публікації.

Апробація результатів дипломної роботи. Положення та висновки кваліфікаційної роботи пройшли наукову апробацію: їх представлено на Міжнародній науковій конференції «Еколого-біологічні основи сучасного землеробства в умовах природно-техногенних комплексів Степової зони України» (Дніпро, 2025), а також розглянуто і затверджено рішенням засідань кафедри загального землеробства та ґрунтознавства Дніпровського державного аграрно-економічного університету.

Дипломна робота складається із вступу, 5 розділів, висновків і пропозицій виробництву, списку використаних літературних джерел. Загальний обсяг роботи 67 сторінок комп'ютерного тексту, включаючи 10 таблиць, 1 рисунок. Список використаних джерел складається з 68 найменувань.

РОЗДІЛ 1

ОПТИМІЗАЦІЯ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1. Морфо-біологічні особливості пшениці озимої

Таксономічні відомості та різновидності. Пшениця озима (*Triticum aestivum* L.) належить до родини тонконогових (*Poaceae*) і разом із твердою пшеницею (*T. durum* Desf.) формує основний масив продовольчого зерна у світі [22, 39, 45, 68]. М'яка озима пшениця відзначається більшою пластичністю до ґрунтово-кліматичних умов та універсальністю використання, що зумовило її широке поширення у Степовій зоні України [22, 36, 42].

Фенологія та тривалість вегетації. Озима пшениця має подовжений період вегетації (включно з зимовим спокоєм) і зазвичай проходить повний цикл розвитку за 140–190 діб, що істотно перевищує тривалість вегетації ярих форм [22, 36, 42]. Ключові етапи органогенезу включають сходи, кущіння, вихід у трубку, колосіння, цвітіння та налив зерна; їхня тривалість і динаміка визначаються температурним режимом та вологозабезпеченням [22, 41, 42].

Температурні вимоги. Проростання насіння можливе вже за 1–2 °С, інтенсивні сходи формуються за 10–16 °С; оптимум для осіннього росту – близько 10–12 °С [22, 41, 42]. Для фази кущіння сприятливими є 8–12 °С із достатнім зволоженням, тоді як періоди виходу в трубку та колосіння є чутливими до перегріву; тривалі температури понад 35–40 °С у поєднанні зі зниженою відносною вологістю повітря погіршують запилення та налив зерна [41]. На етапі цвітіння підвищені температури скорочують тривалість фази та зменшують кількість фертильних квіток, що відбивається на зерні колоса [41, 42].

Яровизація та фотоперіодична реакція. Для індукції генеративного розвитку озимим формам потрібна яровизація за знижених температур

(орієнтовно 0–4 °С) у поєднанні з належною аерацією ґрунту; за відсутності достатнього «холоду» рослини продовжують вегетативний ріст і можуть не колоситися [22, 41]. Озима пшениця належить до культур довгого дня, і подовження фотоперіоду після яровизації прискорює перехід до колосіння та цвітіння [22, 41, 42].

Водний режим і критичні періоди. На відміну від ярих форм, озима пшениця ефективно використовує осінньо-зимові опади, проте максимальне водоспоживання припадає на весняне відновлення вегетації – від виходу в трубку до колосіння; саме цей інтервал є критичним щодо вологи [36, 48, 60]. Для дружніх сходів важливі запаси продуктивної вологи у верхньому 0–10-сантиметровому шарі (орієнтовно до 10 мм), тоді як у фазі активного кушіння потреба у волозі зростає (понад 30 мм у верхніх шарах) [48, 60]. Дефіцит води в період наливу зерна призводить до редукції асиміляційної поверхні і зниження маси 1000 зерен [36, 41, 48].

Вимоги до ґрунтів. Найвищу продуктивність озима пшениця забезпечує на структурних чорноземах і темно-каштанових ґрунтах із нейтральною або слабнокислою реакцією (рН 6,0–7,5), достатнім умістом гумусу ($\geq 2,0$ – $2,5$ %) та доступних форм N, P, K [13, 32, 42]. На кислих ґрунтах доцільне вапнування й вирівнювання забезпеченості елементами живлення; на легких текстурах – контроль водного режиму та органічної речовини для підтримання структури [19, 32, 42].

Мінеральне живлення та винесення елементів. Формування 1 ц зерна з відповідною кількістю соломи супроводжується винесенням орієнтовно до 3–4 кг азоту, 1–2 кг фосфору і 2–3 кг калію, залежно від сорту та умов вирощування [13, 32]. Азот визначає інтенсивність росту, кушення та білково-клейковинний комплекс зерна; основна частка його споживання припадає на період трубкування – колосіння, тоді як дефіцит у цей час найсильніше пригнічує елементи структури врожаю [50, 58]. Фосфор критичний для формування кореневої системи та генеративних органів, прискорює дозрівання; калій регулює осмотичний статус, стійкість до посухи та якість

зерна [13, 32, 37, 50]. Оцінювання забезпеченості ґрунту рухомими формами Р і К доцільно проводити за стандартизованими методиками (ДСТУ 4115-2002, модифікований метод Чирикова) як елемент систематичного агрохімічного моніторингу [15].

Зимостійкість і загартування. Осіннє загартування відбувається через акумуляцію розчинних вуглеводів у вузлі кущіння та часткове зневоднення клітин, що знижує температуру замерзання протоплазми і підвищує стійкість до низьких температур [41, 42]. Переривання загартування відлигами, як і безсніжні морози, знижують зимостійкість і можуть спричинити зрідження посівів [41].

Морфогенез та елементи структури врожаю. На ранніх етапах формуються вузол кущіння й вторинні пагони, які визначають потенційну продуктивну кущистість. У період виходу в трубку закладається кількість колосків і квіток, а під час цвітіння – фертильність; на етапі наливу вирішальною стає інтенсивність фотосинтезу та забезпечення водою й азотом [22, 39, 68]. Порушення температурно-водного режиму у критичні «вікна» транслюється у зменшення числа зерен у колосі та їхньої маси [36, 41, 48].

Роль попередників. Попередники визначають стартові запаси вологи, стан родючості та фітосанітарний фон. У Степу чорний пар традиційно забезпечує найвищі резерви ґрунтової вологи та чисте поле від бур'янів, тоді як зайняті пари (сидеральні або зернобобові) покращують азотний режим і структуру ґрунту, часто за ціною меншого вологозапасу [31, 35, 40, 53]. Вибір попередника істотно змінює водоспоживання та реакцію культури на удобрення, що відображається на врожайності та якості зерна [25, 30, 31, 48, 53].

Продуктивність і якість зерна. У виробничих умовах Степової зони рівень урожайності широкий – він варіює залежно від погодних умов, типу попередника, системи удобрення та технології обробітку ґрунту [29, 34, 42]. Підвищення частки білка і сирієї клейковини забезпечується збалансованим азотним живленням у поєднанні з адекватним водним режимом на етапі

наливу зерна [50, 58]. Сучасні інтенсивні технології, включно з диференційованим удобренням, дозволяють стабілізувати якісні показники за рахунок точнішого потрапляння у критичні фази розвитку [37, 39].

Технологічні фактори середовища. Умови обробітку ґрунту, включно з ресурсозберігальними системами, впливають на баланс вологи, щільність і структуру орного шару та, відповідно, на ріст коренів і досяжність елементів живлення [26, 34, 44]. Досвід регіональних наукових установ свідчить, що оптимізація обробітку і живлення у зв'язку з попередником забезпечує найкращу адаптацію посівів до кліматичних ризиків Степу [29, 34, 42, 44].

Озима пшениця – культура з високою екологічною пластичністю, однак її потенціал реалізується за дотримання температурно-водного оптимуму у критичні фази (вихід у трубку – колосіння – налив зерна), за умови збалансованого забезпечення NPK і правильно обраного попередника. Для Степової зони ключовими є: керування вологозабезпеченням через систему обробітку та попередники, цілеспрямоване азотне живлення з урахуванням строків і погодних ризиків, а також підтримання агрофізичних властивостей ґрунту на рівні, що не обмежує ріст кореневої системи [22, 29, 34, 36, 42, 48, 50, 58].

1.2. Сортові особливості як фактор регулювання продуктивності

У технології вирощування озимої пшениці в Україні саме сорт задає «стелю» потенційної врожайності та якості, визначаючи рамки адаптації до різних ґрунтово-кліматичних умов і агрофонів. Це особливо важливо через виразну зональну строкатість країни: різні підзони Степу та Лісостепу відрізняються вологозабезпеченням, тепловим режимом, рівнем хімізації й технічної оснащеності господарств, що зумовлює відмінності у реалізації генетичного потенціалу сортів [29, 36, 42]. За даними навчально-довідкових і наукових джерел, внесок сорту у формування врожайності часто оцінюють на рівні 30–40 %, тоді як роль удобрення за умови технологічної узгодженості

прийомів може сягати приблизно 40 %; однак саме генотип визначає межі відгуку агроценозу на добрива та інші інтенсифікатори [37, 39, 45].

Ключовою вимогою до сучасних сортів є екологічна пластичність – здатність формувати стабільну продуктивність за коливань погодних умов, типів попередників, строків сівби й рівнів мінерального та біологізованого живлення. Висока пластичність у поєднанні з адаптивністю забезпечує ширший діапазон середовищ, у яких сорт здатен зберігати конкурентоздатний рівень урожаю і якості зерна [25, 27, 42]. У селекції та насінництві дедалі більшого значення набуває оцінювання стабільності та представницькості генотипів у різних локаціях і роках (G×E-взаємодія); методичні підходи до такої оцінки докладно описані в літературі з генетичних ресурсів і селекції [67], а також у сучасних підручниках з рослинництва [39, 45].

Кліматичні зміни й зростання міжрічної мінливості погоди актуалізують добір сортів із підвищеною жаро- та посухостійкістю поряд із традиційно важливими ознаками зимостійкості. Осінні посухи у Степу нерідко зсувають строки сівби, спричиняють зріджені та неоднорідні сходи, що знижує реалізацію потенціалу навіть високопродуктивних генотипів [1, 36]. Зимостійкість і морозостійкість значною мірою залежать від тривалості та повноти яровизації, перебігу осіннього загартування та характеру зими (відлиги, безсніжні морози), тому селекція на стійкість до низьких температур залишається серед пріоритетів, поряд із добром на посухостійкість і теплостійкість [41, 42]. У цих умовах доцільним є використання пластичних, зокрема факультативних (дворучкових) форм, здатних за наявності достатнього «холоду» колоситися після різних строків сівби, що підвищує технологічну гнучкість виробництва у роки з нестабільною осінньою вологозабезпеченістю [22, 41, 42].

Продуктивний потенціал сорту тісно пов'язаний із його реакцією на агротехнічні фактори. Вибір попередника визначає стартові запаси ґрунтової вологи, забезпеченість азотом і фітосанітарний фон: чорний пар зазвичай формує найвищі вологозапаси та «чистіше» поле, тоді як зайняті пари

(сидеральні, зернобобові) покращують азотний режим і біологічну активність ґрунту; різні генотипи демонструють відмінні відгуки на ці контрасти, що впливає і на рівень, і на стабільність врожаю [25, 30, 31, 35, 40, 53]. Не менш вагомою є сортоспецифічна відповідь на системи удобрення, особливо на форми, дози та строки внесення азоту, який визначає інтенсивність росту, елементи структури врожаю та білково-клейковинний комплекс зерна [50, 58]. Оптимізація азотного живлення в тісній прив'язці до фаз «вихід у трубку – колосіння — початок наливу зерна» дає змогу підвищувати вміст білка й сирого клейковини без істотної втрати врожайності, але параметри такої оптимізації є сортозалежними [39, 50, 58]. Додатковими важелями тонкого налаштування якості та стійкості можуть слугувати регулятори росту, мікродобрива та біопрепарати, проте ефект цих засобів також істотно модулюється генотипом [16, 18, 24, 51, 52].

Рівень хворобостійкості – ще одна критична складова сортової придатності для інтенсивних технологій. Сучасні вимоги передбачають поєднання високого потенціалу врожайності з комплексною стійкістю до основних хвороб листя і колосу (зокрема фузаріозу колосу) та здатністю підтримувати стабільні показники якості (білок, клейковина, ІДК, натура) за різних умов року [39, 45, 50]. Частина цих ознак має високу залежність від середовища та агрофону, тому селекційний прогрес повинен супроводжуватися коректно підбраною сортовою агротехнікою (норми й строки сівби, диференційоване живлення, захист), що дозволяє максимально реалізувати спадковий потенціал [37, 39, 42].

Цикл створення та впровадження сортів озимої пшениці, як правило, триває 8–10 років і включає багатомісцеві та багаторічні випробування на продуктивність, якість і стабільність, а також експертизу на придатність до поширення (VCU) відповідно до чинних методичних вимог [33, 39, 45]. Водночас навіть найперспективніші генотипи потребують технологічного «супроводу» – адаптації строків сівби, норм висіву, сценаріїв азотного

живлення та схем інтегрованого захисту залежно від попередника й прогнозу погодних ризиків сезону [25, 31, 37, 53].

Отже, сорт у системі факторів інтенсифікації виступає центральним інструментом керування врожайністю й якістю. Його ефект розкривається лише у зв'язці з правильно підібраним попередником, збалансованим живленням і влучно обраними строками сівби, а також за умов урахування кліматичних ризиків конкретної зони вирощування. Комплексний підхід – добір генотипів із високою пластичністю та хворобостійкістю, оцінених у репрезентативній мережі випробувань, плюс сортова агротехніка – забезпечує не лише зростання середнього рівня продуктивності, а й підвищує стабільність валового збору у мінливих умовах Степової та суміжних зон України [29, 36, 39, 42, 45, 50, 58, 67].

1.3. Вплив технології вирощування пшениці озимої на її продуктивність

Продуктивність озимої пшениці є результатом узгодженої дії селекційно-генетичних властивостей сорту та елементів технології — системи удобрення, попередника, обробітку ґрунту, строків і норм сівби, захисту рослин і регуляції живлення впродовж вегетації. Інтенсивні сорти, що домінують у сучасних посівах, здатні реалізовувати високий потенціал лише за умов збалансованого мінерального та органо-мінерального живлення, причому вимоги до забезпечення азотом, фосфором і калієм у них вищі, ніж у традиційних генотипів [12, 25, 39]. Для формування 1 т зерна зі відповідною кількістю соломи пшениця в середньому виносить з ґрунту близько 25–30 кг азоту, 11–12 кг фосфору, 20–25 кг калію, а також кальцій, магній, сірку і мікроелементи (В, Сu, Fe, Mn, Zn, Mo), що зумовлює потребу не лише в азотному, а й у збалансованому фосфорно-калійному та мікроелементному живленні [13, 32]. У ґрунтово-кліматичних умовах Степу дефіцит доступних форм N, P і K спостерігається досить часто, тому планування удобрення доцільно спирати на результати агрохімічної діагностики (у т.ч.

стандартизовані методики визначення рухомих форм Р і К) і надані регіональні рекомендації [15, 32, 42].

Азот є головним фактором нарощування листкової поверхні, кущення, формування продуктивних стебел і білково-клейковинного комплексу зерна; проте його дія суттєво залежить від строків і способу внесення. У виробничій практиці найбільш керованим є дробне застосування: стартова частка – на фоні передпосівної підготовки або ранньовесняного відновлення вегетації для стимуляції кущення й відновлення фотосинтетичного апарату; друга – у фазі виходу в трубку для формування довжини колоса та числа зерен; третя – у період від прапорцевого листка до початку колосіння/початку наливу для корекції якості [27, 37, 50, 58]. За даними регіональних досліджень у північному Степу, саме дробний спосіб у розумних нормах виявлявся надійнішим за одноразове внесення, забезпечуючи додатковий приріст урожайності за рахунок кращої синхронізації азотного живлення з потребами рослин [37, 50, 58]. Водночас надлишкові дози на чорноземах провокують переріст вегетативної маси, вилягання й підвищення чутливості до хвороб, що погіршує налив і якість зерна – отже, норми повинні бути диференційовані за станом посіву, запасами ґрунтової вологи та прогнозом погоди [4, 24, 35, 39].

Фосфор визначає енергетичний обмін, розвиток кореневої системи й генеративних органів; за достатнього забезпечення він прискорює дозрівання і підвищує стійкість до стресів. Найефективнішим є локальне внесення доступних форм Р до сівби або під час сівби, що забезпечує «стартовий ефект» для молодих рослин і підвищує перезимівлю [13, 24, 35, 37]. Калій регулює осмотичний статус, водний режим і стійкість до посухи та високих температур, а також впливає на масу 1000 зерен; дефіцит К у Степу, особливо на легших та еродованих ґрунтах, може обмежувати реалізацію потенціалу навіть за оптимального азотного живлення [13, 32, 37]. Сірка є незамінною для синтезу білків і посилює використання азоту, магній – центральний елемент хлорофілу та учасник білкового обміну; у практиці їх часто коригують позакореневими підживленнями в період кущення – вихід у трубку, що

поліпшує як продуктивність, так і якість зерна [13, 32, 37]. Значення мікроелементів (Zn, Mn, Cu, B) особливо зростає за інтенсивних технологій: вони оптимізують ферментативні реакції, підвищують стійкість до стресів та поліпшують використання макроелементів; поєднання мінеральної системи з мікродобривами/біокомплексами підвищує коефіцієнт використання поживних речовин і зменшує втрати у ґрунтово-рослинній системі [4, 16, 18, 51, 52].

Ефективність удобрення істотно модулюється попередником і водним режимом. Чорний пар зазвичай формує вищі запаси продуктивної вологи й чистіший фітосанітарний фон, що дозволяє зменшувати стартові азотні дози й зміщувати акценти на регулювання густоти та захист від хвороб; зайняті пари (сидеральні, зернобобові) підсилюють азотне забезпечення та біологічну активність ґрунту, але часто мають нижчий вологозапас – тут доцільні чіткіші графіки дробного внесення N та контроль густоти [31, 35, 40, 48, 53]. Система обробітку ґрунту й стан орного шару (щільність, структура) впливають на інфільтрацію й утримання вологи, дифузію поживних речовин і розвиток коренів; у парових полях Степу оптимізація обробітку здатна помітно підвищувати ефективність виробництва пшениці, у т.ч. через кращу реалізацію дії добрив [34, 42, 44].

Управління азотним живленням упродовж вегетації має спиратися на діагностику стану посівів – візуальну, інструментальну та аналітичну (у т.ч. за вмістом мінерального азоту в ґрунті та показниками рослинної діагностики) – із подальшим коригуванням норм і строків підживлень [13, 37, 50]. Доведено, що поєднання органічних і мінеральних добрив забезпечує більш сталі та високі врожаї: органічні добрива підвищують вміст гумусу, покращують структуру, вологоутримання і буферність ґрунту, а мінеральні – забезпечують швидкодіючі форми елементів, синхронізовані з потребами рослин; у зернових попередниках традиційно застосовують гній 20–30 т/га як елемент відновлення родючості [37, 39]. Окрему нішу займають біопрепарати та регулятори росту, що підвищують використання елементів живлення та

стійкість рослин до абіотичних стресів; їх ефект проявляється найкраще в складі комплексних схем живлення і не замінює базового NPK [16, 18, 51, 52].

Регіональні експерименти у посушливих підзонах підтверджують: урожай і якість істотно визначаються забезпеченням рослин поживними елементами за рахунок збалансованих доз і вдалих строків внесення; дробний спосіб та локалізація добрив зменшують ризики втрат і підвищують коефіцієнти використання поживних речовин, що транслюється у достовірні прибавки врожаю [12, 26, 37, 38, 43, 50, 58]. Водночас надмірні азотні норми за обмеженої вологи або порушеної структури орного шару погіршують налив, знижують якість і підвищують імовірність вилягання, тоді як дефіцит фосфору гальмує ріст, затримує дозрівання і зменшує кількість продуктивних стебел та масу 1000 зерен [4, 24, 35, 37]. Узагальнюючи, оптимальна для Степу стратегія – це інтегрована система удобрення, що спирається на аналіз ґрунту, урахування попередника та запасів продуктивної вологи, поєднання базового NPK (з акцентом на локальний фосфор і диференційований азот) з мікроелементами та, за потреби, біорегуляторами, а також на адаптивне дробне підживлення, приурочене до критичних фаз розвитку рослин [13, 31, 34, 37, 42, 48, 50, 58].

Такий підхід забезпечує не лише приріст середнього рівня врожайності, а й підвищує його стабільність за міжрічної мінливості погоди, покращує якість зерна й знижує виробничі ризики, що особливо важливо для господарств Степової зони України [29, 34, 42, 50].

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ґрунтово-кліматичні умови проведення експерименту

Місце проведення досліду. Дослідження виконували у виробничих умовах ТОВ «Агрофірма «Славутич» (Запорізький р-н, Запорізька обл.) у вегетаційний період 2024–2025 рр.

Ґрунтове середовище. Ґрунтовий покрив представлений чорноземом звичайним малогумусним, потужним, сформованим на лесоподібних суглинках. Ґрунтові води залягають глибоко (орієнтовно 5–30 м), що виключає їх безпосередній вплив на орний шар. Морфологічно профіль близький до типових чорноземів:

Горизонт А – темно-сірий із слабким бурим відтінком, однорідний; місцями закипання від НСІ фіксується вже в межах А, інколи з поверхні; у нижній частині горизонту за підсихання спостерігають «карбонатну плісняву». Потужність цього горизонту ~50–60 см.

Перехідний АВ – гумусове забарвлення слабшає, проявляються бурі/коричневі тони; разом з А визначає потужність гумусового профілю до ~110 см.

Горизонт В – неоднорідний за забарвленням (переважають бурі тони), із слідами переритості, кротовин, червороїн, гумусовими плямами та новоутвореннями карбонатів.

Гранулометрія та мінералогія. Гранулометричний склад – від важкосуглинкового до глинистого упродовж усього профілю. У мулистій фракції відмічено співвідношення шаруватих силікатів: ілід $\approx 36\%$, смектит 33% , каолінит 31% . Для орного шару характерна відносно невисока шпаруватість (50–51 %) і тенденція до вимивання смектиту у нижчі горизонти.

Агрохімічні показники (орний шар). Вміст гумусу (за І.В. Тюріним) 3,6–3,7 %; рухомі форми Р (за Ф.В. Чириковим) 13–16 мг/100 г ґрунту, К – 16–20

мг/100 г ґрунту; сума поглинених основ 36–42 мг/100 г ґрунту; реакція ґрунтового розчину рН 6,9–7,1 із тенденцією до зростання з глибиною. За мікроелементами відзначено низький вміст Mn, Cu, Co, що важливо враховувати при плануванні позакореневих підживлень мікроелементами.

Агрофізичні властивості. Щільність складання орного та підорного шарів оптимальна (об'ємна маса 1,1–1,2 г/см³). Польова вологоємність (ПВВ) – ~30–31 %; ГПВВ (для 2-метрової товщі) – близько 640 мм, з яких ~55 % є доступними рослинам. Водопроникність висока (160–200 мм/год), що практично усуває ризик поверхневого стоку на вирівняних полях за помірних інтенсивностей опадів.

Кліматична характеристика сезону 2024–2025 рр. За багаторічними даними середньорічна температура повітря для степової зони становить близько 10,0–10,8 °С (раніше в тексті було технічне «100–108», виправлено). Для оцінки погодного фону у досліджуваний період використано дані найближчої метеостанції (табл. 1).

Таблиця 1

**Кліматичні та погодні умови у 2024–2025 рр.
(за даними метеостанції)**

Місяць	Середньодобова температура повітря, °С		Сума опадів, мм	
	середньо-багаторічна	2024-2025 рр.	середньо-багаторічна	2024-2025 рр.
Жовтень	11,7	10,5	42	27
Листопад	5,4	7,5	60	35
Грудень	1,2	4,6	59	32
Січень	-1,3	1,7	53	43
Лютий	-0,6	5,0	45	53
Березень	4,8	2,6	43	43
Квітень	11,9	13,4	43	37
Травень	17,2	15,5	58	50
Червень	21,0	22,9	74	39
Липень	23,7	23,8	62	28
Всього за період вегетації			498	225,2

Наведені дані характеризують вегетаційний період 2024–2025 рр. як термічно надлишковий і гідрологічно дефіцитний. Сума опадів за жовтень–липень за місячними рядками становить 387 мм проти 539 мм норми (дефіцит –152 мм, тобто близько 72 % від норми), тоді як середня місячна аномалія температури дорівнює приблизно +1,25 °С. Звертаємо увагу, що підсумковий рядок таблиці «Всього за період вегетації» (498 та 225,2 мм) не узгоджується із сумами по місяцях; для наукової інтерпретації коректно спиратися саме на помісячні значення (539 та 387 мм відповідно до норми і факту).

Осінній блок (жовтень–грудень) формувався за поєднання вищих за норму температур і хронічного дефіциту вологи: 94 мм опадів проти 161 мм норми (67 мм) за середнього «потепління» близько 1,43 °С. Така конфігурація продовжує осінню вегетацію, але водночас обмежує кущення через брак вологості в орному шарі, особливо на варіантах після зайнятих парів. Виробничо це може проявитися у формуванні меншої кількості продуктивних пагонів за незмінної норми висіву. Дуже теплий грудень підсилював інтенсивність дихання і послаблював ступінь загартування, що за подальших різких похолодань без сталого снігового покриву підвищує ризики роззимовування, хоча критичних морозів у цей сезон не фіксувалося.

Зимовий інтервал (січень–лютий) був м'яким: температури перевищували норму в середньому на +4,3 °С, а сума опадів практично дорівнювала нормі (96 проти 98 мм). Такий фон загалом сприятливий для перезимівлі, проте може індукувати більш раннє відновлення вегетації й підвищити чутливість до можливих зворотних заморозків. Додаткові опади в лютому частково компенсували осінній дефіцит і поліпшили профільне зволоження перед весняним стартом.

Весняний період (березень–травень) відзначився близькими до норми або трохи зниженими температурами (середня аномалія близько –0,8 °С) і невеликим недобором опадів (130 проти 144 мм). Холодніший березень сповільнив відновлення вегетації й переніс пік кущення, але зменшив випаровувальні втрати. Квітень з незначним дефіцитом опадів був загалом

сприятливим для фаз виходу в трубку та диференціації генеративних органів. Травень вийшов дещо прохолоднішим і дещо сухішим за норму; така комбінація, з одного боку, знижує ймовірність теплового стресу під час колосіння–цвітіння, а з іншого – за обмежених профільних запасів вологи може стримувати формування максимальної кількості фертильних квіток і, відповідно, потенційної кількості зерен у колосі.

Найбільш критичним виявився період наливу (червень–липень), коли зафіксовано лише 67 мм опадів проти 136 мм норми (лише 49 % від норми) на тлі підвищених температур (середня аномалія близько +1,0 °C). Поєднання тепліше й значно сушіше від норми підвищує дефіцит тиску водяної пари, прискорює транспірацію і скорочує тривалість наливу зерна. За відсутності достатніх запасів вологи в метровому–двометровому шарі це закономірно транслюється у зменшення маси 1000 зерен та потенційне погіршення натури, навіть якщо число зерен у колосі було закладене на прийнятному рівні у травні. На полях після чорного пару за рахунок вищих профільних запасів вологи (за умови належної структури ґрунту і ПВВ) частину втрат можна було нівелювати; на ділянках після зайнятих парів ризику зменшення маси зерна були істотно вищими.

З погляду фізіології та ВВСН-хронології, ключовим лімітуючим чинником сезону виступала волога у двох часових «вікнах»: на етапі формування продуктивного стеблостою восени та під час наливу влітку. Відповідно, реалізація врожаю в таких роках найбільш чутлива до якості осіннього кущення (яке визначається вологозабезпеченням і коректною стартовою підтримкою азотом), до синхронізації дробних підживлень у фазах ВВСН 30–39 і 51–59 з урахуванням фактичної вологи, а також до здатності агроценозу використовувати глибинні запаси води, сформовані попередником і системою обробітку. Сукупно це дозволяє очікувати структуру врожаю зі збереженим або помірно зниженим числом зерен у колосі, але зі схильністю до зменшення їхньої маси унаслідок прискореного завершення наливу в червні–липні.

2.2. Схема та методика проведення досліджень

Дослідження виконували у виробничих умовах ТОВ «Агрофірма «Славутич» (Запорізький район, Запорізька область) у сезоні 2024–2025 рр. на сорті озимої пшениці МПП Феєрія, створеному в Миронівському інституті пшениці ім. В. М. Ремесла НААН – оригінаторі сорту. За паспортними характеристиками: маса 1000 зерен 38–46 г, потенційна врожайність 57–87 ц/га, зафіксована максимально – 99,74 ц/га (Київська обл., 2023), сорт середньостиглий (вегетаційний період 284–316 діб), зимостійкий, висота рослин 58–93 см, придатний до вирощування у Степу, Лісостепу та на Поліссі; вирізняється високою продуктивною кущистістю, стійкістю до вилягання та твердої сажки, добре відгукується на удобрення (основне і підживлення) [29, 39].

Мета польового етапу – оцінити чутливість сорту МПП Феєрія до типу пару та до застосування гумінового добрива «Гуматік Форте» у різних способах внесення на фоні збалансованого мінерального живлення; визначити вплив факторів і їх взаємодії на врожайність та елементи структури врожаю.

Дизайн досліджу. Закладали факторний двофакторний дослід за схемою 2×4 у повністю рендомізованих блоках (RCBD) з трьома повтореннями [33].

Фактор А (тип пару): чорний пар; зайнятий пар (гірчиця жовта) [31, 35, 40, 53].

Фактор В («Гуматік Форте»): без обробки; обробка насіння (100 мл/т); обробка у фазі кущення (300 мл/га); комбіновано – насіння + кущення. Обробки проводили робочими розчинами згідно інструкції виробника.

Усього – 8 варіантів у триразовій повторності (24 ділянки).

Розміри та розміщення ділянок. Загальна площа облікової ділянки – 90 м², загальна 108 м²; ділянки розміщували в блоці з рандомізацією варіантів і технологічними доріжками для уникнення краєвого ефекту. Повторності орієнтували перпендикулярно до панівного ґрунтового/рельєфного градієнта для мінімізації систематичних зсувів [34, 44].

Агрофон і живлення. Мінеральну систему підбирали розрахунково-балансовим методом під ціль 7,0 т/га з урахуванням агрохімічних показників ґрунту та місцевих коефіцієнтів виносу/використання елементів живлення [14, 25, 36]. Основне удобрення: діаміфоска та карбамід під передпосівну культивуацію; частину діаміфоски – локально при сівбі. Ранньовесняне підживлення – аміачна селітра 100 кг/га у фізичній масі (N30–34 кг д.р.) у фазі відновлення вегетації; це є єдиним фоновим N для всіх варіантів (щоб не дублювати дію факторів) [37, 50, 58]. За потреби коригували мікроелементи з огляду на низьку забезпеченість Mn, Cu, Co, зафіксовану у 2.1 [13, 32].



Рис.1. Сорт пшениці озимої МІП Фесрія

Сівба і догляд. Норма висіву – 5,0 млн схожих насінин/га; сівба рядкова сівалкою Amazone D-4000; перед посівом – передпосівна культивуація; у період підготовки пару – ранньовесняне боронування та дискування за появи бур'янів (до трьохразово) [19, 29]. У фазі початку виходу в трубку (ВВСН 30–32) вносили гербіцид Статус Гранд 35 г/га (широколисті однорічні й багаторічні) та фунгіцид Новус 0,7 л/га за етикеткою, з урахуванням фітосанітарного моніторингу. Інші прийоми – згідно із загальноприйнятою для зони технологією [19, 29].

Особливості застосування «Гуматік Форте». Препарат містить гумінові й фульвові кислоти, макро- та мікроелементи у доступних формах, біологічно

активні речовини; очікувані ефекти – стимуляція коренеутворення, підвищення коефіцієнтів використання NPK, антистресовий вплив за коливань температури/вологи, опосередковане поліпшення фотосинтетичної діяльності [16, 18, 51, 52].

Насіння: 100 мл/т (насіннева обробка перед сівбою). Кущення: 300 мл/га (обприскування у фазі ВВСН 21–25). Комбіновано: насіння + кущення.

Контроль – без препарату. Усі варіанти – на однаковому мінеральному фоні, щоб виділити факторний ефект гумінового добрива.

Обліки та збір врожаю. Облік урожайності проводили з облікової площі 90 м² кожної ділянки з наступним перерахунком на ц/га, корекцією до 100% чистоти та 14% вологості. Збирання – самохідним комбайном «Сампо-500» прямим комбайнуванням. Статистичну обробку здійснювали за ANOVA для факторної схеми (А, В та А×В), оцінювали істотність різниць при $p \leq 0,05$; за потреби – регресійне моделювання відгуку на дози/способи внесення, перевірка передумов (нормальність, однорідність дисперсій) [33]. Інтерпретацію результатів виконували з урахуванням агрометеорологічного фону 2024–2025 рр., зокрема дефіциту вологи у фазах наливу.

2.3. Методи досліджень

У польовому досліді здійснювали систематичні спостереження та аналітичні визначення відповідно до чинних методик та стандартів із контролем якості вимірювань.

Фенологічні спостереження. Фази розвитку озимої пшениці фіксували за методикою державного сортовипробування з використанням шкали ВВСН (сходи, кушіння, вихід у трубку, колосіння, цвітіння, молочна/воскова стиглість). Обліки проводили через 3–5 діб у ключові періоди органогенезу, з реєстрацією календарних дат, суми ефективних температур і супровідних агрометеопоказників [26, 38].

Агрегатний склад ґрунту. Відібрані зразки масою 1,0–2,0 кг (орний шар) висушували до повітряно-сухого стану та фракціонували на наборі сит (10; 7;

5; 3; 2; 1; 0,5; 0,25 мм). Після просіювання визначали відсотковий вміст агрегатів кожної фракції та розраховували показники грудкуватості/структурності за ДСТУ 12536:2014. Повторність аналітичних визначень – трьохразова.

Вологість ґрунту. Масову вологість (%) визначали термогравіметричним методом: висушування наважок (10–50 г) у сушильній шафі за 105 °С до сталої маси (до 6–7 год), відповідно до ДСТУ 28268:2016.

Відбір здійснювали в динаміці ВВСН 21–25, 30–32, 51–59, 71–75 (0–20 і 20–40 см), по три точки на ділянку з об'єднанням у середній зразок.

Агрохімічні показники ґрунту.

- амонійний азот (N–NH₄⁺) – колориметрично з реактивом Несслера (ДСТУ 26489-85);
- нітратний азот (N–NO₃⁻) – потенціометрично з іон-селективним електродом (ДСТУ 5725-6:2002);
- рухомі форми фосфору та обмінного калію – за модифікованим методом Чирикова (екстракція оцтовою кислотою; ДСТУ 26204:2002).

Для N_{min} відбирали зразки 0–30 і 30–60 см, для P₂O₅ і K₂O – 0–20 см. Результати наводили у мг/кг сухого ґрунту з контролем повторюваності (RSD ≤10%).

Біометричні показники. На фіксованих площадках (0,5 м²) у трьох повтореннях визначали висоту рослин, густоту стояння (шт./м²) та кількість пагонів (загальних/продуктивних) у фази кущіння, виходу в трубку, колосіння та воскової стиглості згідно з методикою державного сортовипробування [26, 38].

Площа листової поверхні. На вибірці 40 рослин у фазах: кущіння (весна), вихід у трубку, колосіння та воскова стиглість вимірювали довжину (В, см) і ширину біля основи (А, см) кожного листка з наступним розрахунком:

$$S = 0,67 \times A \times B, (1)$$

де 0,67 – емпіричний коефіцієнт, прийнятий методикою сортовипробування для пшениці. Обчислювали середню площу листка,

сумарну площу листків на рослину та індекс листкової поверхні (LAI) у перерахунку на м² посіву.

Урожайність. Збирання проводили прямим комбайнуванням із всієї облікової площі 90 м² кожної ділянки. Маса зерна визначалася на декадних вагах, з перерахунком у ц/га, корекцією до 100% чистоти та 14% вологості за методикою державного сортовипробування. Для уніфікації застосовували перерахунок:

Структура врожаю. На 60 рослинах (по 20 на повторення) визначалася кількість колосків у колосі, число зерен у колосі, маса 1000 зерен (за стандартною процедурою відбору й доведення вологості до 14%), кількість загальних і продуктивних пагонів на рослину – за методикою державного сортовипробування [26, 38].

Якість зерна. Показники якості (масова частка білка, сирієї клейковини, число падіння, натура за наявності) визначали швидким спектроскопічним методом на інфрачервоному аналізаторі ІнфраЛЮМ ФТ-10 (ПЗ СпектраЛЮМ/Про) з калібруванням під пшеницю; методичні вимоги – ДСТУ 10846:2002. Вибірki – не менше 500 г, повторність – двократна на ділянку.

Економічна оцінка. Розрахунок додаткового доходу від прибавки врожайності, додаткових витрат (добрива/обробки/ПММ/ЗЗР), чистого доходу, собівартості та рівня рентабельності здійснювали на підставі технологічних карт вирощування озимої пшениці для зони Степу з приведенням цін до цінового рівня сезону досліджень [38]. У розрахунках враховували фактичні норми матеріальних ресурсів за варіантами та прямі виробничі витрати.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Щільність складення ґрунту залежно від умов вирощування

Вивчення щільності складення орного шару є принципово важливим для інтерпретації продуктивності озимої пшениці, оскільки саме цей показник визначає водопроникність і водоутримання, повітряний режим, опір ґрунту проникненню коренів і, зрештою, ефективність використання елементів живлення; у важкосуглинкових чорноземах із значною часткою смектитів сезонні цикли «зволоження–висихання», а також технологічні проходи техніки спричиняють прогресуюче ущільнення профілю від сівби до збирання, і ця динаміка відбита в отриманих цифрах.

На етапі сівби щільність у 30-сантиметровому шарі перебувала у вузькому інтервалі 1,15–1,17 г/см³ для всіх варіантів, що характеризує орний шар як добре підготовлений і структурований: у чистому парі середнє значення становило 1,165 г/см³, у зайнятому парі 1,153 г/см³, різниця між фонами близька до 0,013 г/см³ і менша за $НІР_{05}=0,02$ г/см³, тобто статистично не підтверджується; очікувано обробки гуміновим препаратом на цьому етапі не впливали на фізичний стан ґрунту, бо насіннева протруйка й майбутня позакоренева обробка не здатні змінити об'ємну масу до моменту відбору. У фазі куцнення спостерігається чіткий перехід у вищу щільність: у чистому парі діапазон 1,27–1,30 г/см³ (контроль 1,28; насіння 1,30; обробка в куцненні 1,27; комбінація 1,28; середнє 1,283), тоді як у зайнятому парі 1,25–1,26 г/см³ (контроль 1,25; решта варіантів 1,26; середнє 1,258); різниця між фонами на цій фазі становить 0,025 г/см³ і перевищує $НІР_{05}$, отже є статистично значущою: ґрунт після зайнятого пару зберіг дещо «розпушеніший» стан на момент активного куцнення, що логічно пов'язати з вищою часткою корневих решток і біопор після гірчиці, кращою агрегатостійкістю та меншим ефектом технологічного ущільнення.

Таблиця 2

**Щільність складення ґрунту в 30-ти см шарі залежно від умов
виросування, г/см³**

Пар	Застосування добрив	Фаза розвитку		
		сівба	кущення	збирання
Пар чистий	без добрив	1,17	1,28	1,34
	обробка насіння	1,17	1,30	1,35
	обробка в період кущення	1,16	1,27	1,34
	обробка насіння + обробка в період кущення	1,16	1,28	1,35
Пар зайнятий (гірчиця жовта)	без добрив	1,15	1,25	1,33
	обробка насіння	1,15	1,26	1,33
	обробка в період кущення	1,15	1,26	1,34
	обробка насіння + обробка в період кущення	1,16	1,26	1,33
НІР ₀₅ , г/см ²		0,02		

У середині чистого пару різниця між «насіння 1,30» та «обробка в кущенні 1,27» дорівнює 0,03 г/см³ (більше за НІР₀₅), однак агрономічно вона мінімальна і, ймовірно, віддзеркалює різний миттєвий стан вологості/структури у точці відбору, а не прямий фізичний ефект гумінів на об'ємну масу: по-перше, у зайнятому парі такого контрасту не спостерігається (усі варіанти 1,25–1,26 г/см³, тобто <НІР₀₅), по-друге, вже до збирання ця відмінність зникає. На момент збирання показник щільності конвергує в коридор 1,33–1,35 г/см³ для всіх комбінацій: у чистому парі 1,34–1,35 (середнє 1,345), у зайнятому 1,33–1,34 (середнє 1,333); міжфоновий розрив 0,013 г/см³ нижчий за НІР_{0,05}, тож статистично не фіксується.

Сезонний приріст щільності від сівби до збирання становить 0,18 г/см³ як у чистому, так і в зайнятому парі, що характерно для чорноземів зі значною часткою дрібнодисперсних фракцій: ущільнення йде через осідання структури після передпосівної культивування, скорочення макропористості на тлі чергування опадів і підсихання, мікроущільнення коліями агрегатів і зменшення біопористості в міру відмирання тонких коренів. Водночас кінцеві

значення 1,33–1,35 г/см³ лишаються у «допустимому» для пшениці коридорі й не свідчать про критичне перешкоджання росту коренів, однак у поєднанні з дефіцитом вологи в червні–липні вони могли обмежувати швидкість дифузії поживних речовин і погіршувати водопостачання у фазі наливу – насамперед на варіантах із чистим паром, де у фазі кущення фіксувалося статистично вище ущільнення.

Таким чином, вирішальним фактором формування щільності виступив тип пару, але лише на середньосезонному зрізі (кущення), тоді як спосіб застосування гумінового добрива не мав стабільного та відтворюваного ефекту на об'ємну масу: поодинокі статистичні різниці в межах чистого пару у фазі кущення не збереглися до збирання й має радше методичне або мікроагрофізичне пояснення.

Практичний висновок полягає у тому, що для контролю щільності орного шару в такий сезон більш вагомими є рішення щодо попередника й системи передпосівного обробітку, ніж протокол застосування гуматів; підтримання щільності в діапазоні 1,25–1,30 г/см³ на етапі кущення (що краще досягалося після зайнятого пару) є бажаним для оптимізації кущистості та аерації, тоді як неминуче підвищення до 1,33–1,35 г/см³ до збирання потребує компенсації через підтримку профільної вологи і своєчасне дробне азотне живлення, аби мінімізувати негативний вплив структурного ущільнення на налив і масу 1000 зерен.

3.2. Загальна пористість ґрунту залежно від умов вирощування

Оцінка загальної пористості орного шару є критичною для розуміння продукційної реакції озимої пшениці, оскільки саме співвідношення пор різного діаметра визначає водопроникність, водоутримання, газообмін, швидкість дифузії поживних речовин і опір проникненню коренів; у важкосуглинкових чорноземах із високою часткою мулистих мінералів сезонна динаміка «розпушення після передпосівної культивації ущільнення під впливом зволоження–підсихання і технологічних проходів» відбивається

у впевненому зменшенні загальної пористості від сівби до збирання, що добре простежується за наведеними даними.

На момент сівби загальна пористість у 30-сантиметровому шарі перебувала поблизу оптимального для зернових діапазону 59–61 % у всіх комбінаціях: у чистому парі 59,4–59,7 % (середнє 59,58 %), у зайнятому – 59,9–60,6 % (середнє 60,43 %), тобто стартово фон із зайнятим паром мав незначну, але системну перевагу $\approx 0,85$ відсоткового пункта; ця різниця менша за $НІР_{05}=4$ % і статистично не підтверджується, проте фізично узгоджується з кращою структурністю та біопористістю після сидерального попередника. У фазі кушення фіксується очікуваний спад пористості (осідання орного шару після осінньо-зимових циклів і початку польових робіт): у чистому парі – до 55,7–56,0 % (середнє 55,88 %), у зайнятому – до 56,7–57,0 % (середнє $\approx 56,80$ %); міжфоновий розрив тут становить уже $\approx 0,92$ в.п., що зберігає тенденцію «зайнятий пар трохи вища пористість», але знову не досягає порога істотності за $НІР_{05}$ (табл. 3).

Таблиця 3

Загальна пористість ґрунту в 30-ти см шарі, %

Пар	Застосування добрив	Фаза розвитку		
		сівба	кушення	збирання
Пар чистий	без добрив	59,7	55,7	53,8
	обробка насіння	59,7	55,9	54,1
	обробка в період кушення	59,4	56,0	53,4
	обробка насіння + обробка в період кушення	59,5	55,9	53,5
Пар зайнятий (гірчиця жовта)	без добрив	59,9	57,0	53,2
	обробка насіння	60,6	56,8	54,1
	обробка в період кушення	60,6	56,7	53,3
	обробка насіння + обробка в період кушення	60,6	56,7	53,4
$НІР_{05}$, %		4		

Усередині кожного фону вплив способу застосування гумінового препарату на сумарну пористість у фазі кушення не носить системного

характеру: у чистому парі розкид 55,7–56,0 %, у зайнятому 56,7–57,0 %, тобто всі контрасти знаходяться помітно нижче 4 % і статистично не значущі; це логічно, оскільки насіннева обробка і позакореневе внесення в кущених здатні впливати на агрегатостійкість і водний режим кореневої зони опосередковано, але не змінюють швидко сумарний об'єм пор при незмінній системі обробки.

До збирання відбувається подальше, вже плавніше, зниження пористості: у чистому парі – до 53,4–54,1 % (середнє 53,70 %), у зайнятому – до 53,2–54,1 % (середнє 53,50 %); фінальна різниця між фонами мізерна (0,2 в.п.) і також статистично не підтверджується. Загальний сезонний спад пористості від сівби до збирання у середньому становив 5,9 в.п. у чистому парі (з 59,58 до 53,70 %) і 6,9 в.п. у зайнятому (з 60,43 до 53,50 %): отже, початкова «фора» зайнятого парі за пористістю до моменту жнив була нівельована загальними процесами консолідації орного шару, відображаючи універсальний для цього ґрунту механізм структурного ущільнення за вегетацію.

Співставлення з даними про щільність складення (зростання від 1,15–1,17 до 1,33–1,35 г/см³) демонструє очікувану обернену залежність між показниками і підтверджує внутрішню узгодженість вимірювань.

Агрономічно важливо, що навіть мінімальні значення сумарної пористості на збирання (53–54 %) залишаються в зоні, достатній для підтримання аерації та газообміну коренів озимої пшениці; однак для процесів масопереносу води і поживних речовин у критичний період наливу вирішальною є не стільки сумарна пористість, скільки частка мезо- і макропор, яка цією таблицею не розкривається, тому потенційні обмеження наливу в умовах дефіциту опадів червня–липня пов'язуються радше з водним режимом сезону, ніж із «критичним» ущільненням.

Сукупно результати доводять: тип парі може на старті забезпечувати дещо кращий поровий стан орного шару і повільніше «просідання» до фази кушення, але за відсутності диференціації обробки ґрунту та інших механічних впливів ця перевага до збирання нівелюється; способи

застосування гумінового препарату в межах дослідів не спричинили відтворюваних змін загальної пористості, що узгоджується з фізичною інерційністю показника.

Практичний висновок полягає в тому, що керування сумарною пористістю у подібних ґрунтово-кліматичних умовах доцільніше здійснювати через вибір попередника й систему обробітку (які задають початкову структуру і макропористість), а гумінові препарати розглядати як інструмент підвищення агрегатостійкості та ефективності використання вологи і живлення, тобто як доповнення до базових структуротворчих заходів, а не як засіб оперативної зміни об'ємної пористості.

3.3. Запаси доступної вологи залежно від агротехніки

Оцінка запасів продуктивної вологи в метровому шарі є ключовою для інтерпретації продукційної реакції озимої пшениці, оскільки саме профільна вода визначає стартове кущення, формування колосу та тривалість наливу, а в умовах Степу – критично модулює відгук на добрива й регулятори росту; за чорноземів важкосуглинкових із високою часткою мулистих мінералів сезонний водний режим формується взаємодією типу пару, зимово-весняного перезволоження та літнього дефіциту опадів, що відбито у наведених даних.

На момент сівби середні запаси вологи достовірно вищі після чистого пару (середнє 123,0 мм; варіанти 129,7–120,6 мм) порівняно із зайнятим паром (115,2 мм; 114,9–115,7 мм); різниця між фонами становить 7,8 мм і перевищує $НІР_{05}=4$ мм, що відповідає очікуванням: відсутність рослин-конкурентів у паровий рік обмежує транспіраційні втрати та зменшує міжфазне висушування профілю. Водночас внутрішньофакторний розкид у чистому парі на сівбі (129,7 проти 120,6–121,0 мм) зумовлений не «дією» добрив (обробки ще не реалізовані), а базовою мікрорізномірністю поля і часу відбору, тому інтерпретувати ці контрасти як ефект фактору В методично хибно; коректно оперувати усередненими по фактору В значеннями на старті.

До фази кушення фіксується зимово-весняна «підкачка» профілю: у чистому парі запаси зростають до 133,8–134,5 мм (середнє 133,8 мм), у зайнятому парі — до 128,4–129,3 мм (середнє 128,9 мм); міжфоновий розрив 5,0 мм також перевищує $НІР_{0,05}=4$ мм, отже є статистично значущим.

Таблиця 4

Запаси продуктивної вологи метрового шару ґрунту залежно від досліджуваних факторів, мм

Пар	Використання добрив	Фаза		
		сівба	кушення	збирання
Пар чистий	без добрив	129,7	133,8	47,8
	обробка насіння	121,0	132,8	48,2
	обробка в період кушення	120,6	134,5	47,4
	обробка насіння + обробка в період кушення	120,8	134,2	48,2
Пар зайнятий (гірчіця жовта)	без добрив	114,9	129,1	47,0
	обробка насіння	115,7	128,4	47,2
	обробка в період кушення	115,3	129,3	47,6
	обробка насіння + обробка в період кушення	115,0	128,6	47,0
НІР _{0,05} , мм		4		

Із агрофізичних позицій це означає, що навіть за дещо вищої загальної пористості після зайнятого пару (див. попередню таблицю) стартовий «водний борг», створений сидератом/покривною культурою в попередній період, не був повністю компенсований зимовими опадами, і чорний пар зберіг перевагу в доступній волозі саме у фазі, коли визначається продуктивна кущистість і потенціал закладання колосків.

Усередині кожного фону у фазі кушення коливання між варіантами з «Гуматік Форте» не перевищують 1,7 мм у чистому парі та 0,9 мм у зайнятому, тобто істотно менші за $НІР_{0,05}$; це свідчить, що протоколи насінневої та позакореневої обробок не змінюють «обсяг» профільної води як такої (що і логічно), тоді як можливий фізіологічний ефект гуматів має проявлятися

радше у параметрах водокористування (ЛПП, тривалість активного наливу), а не у величині WP у метровому шарі.

До збирання на всіх комбінаціях зафіксоване різке зближення показників до 47,0–48,2 мм (середні: чистий пар 47,9 мм; зайнятий пар 47,2 мм; різниця 0,7 мм < НІР₀₅), що відображає інтенсивне літнє водоспоживання культурою на тлі дефіциту опадів червня–липня: від кушення до жнив орієнтовні витрати профільної вологи становили 86 мм у чистому парі та 82 мм у зайнятому (різниця зумовлена вищим початковим запасом у першому випадку), а кінцеві значення близькі до нижньої межі продуктивної вологи для даного ґрунту; за такої кон'юнктури подальшу відмінність у врожайності визначатиме не стільки фактичний «залишок» води на жнива, скільки те, як рано і наскільки швидко посів увійшов у режим обмеження водою в період ВВСН 70–79, що корелює з масою 1000 зерен.

Таким чином, єдиним стабільним і статистично підтвердженим фактором, що збільшує запаси продуктивної вологи у критичні ранньовесняні строки, виступає тип пару (чорний пар > зайнятий пар) як на сівбі, так і в кушенні; вплив способів застосування «Гуматік Форте» на саму величину запасів WP у метровому шарі в межах точності дослідів не виявлено.

Практичний висновок полягає в тому, що перевага чорного пару на старті сезону створює «водний аванс» для формування продуктивної кущистості й довжини колоса, однак за дефіцитного літа цей аванс витрачається до однакових «низьких» залишків до жнив; отже, стратегія управління водою має поєднувати вибір попередника й агрофізичні заходи накопичення профільної вологи з фізіологічними інструментами подовження наливу (своєчасні дробні підживлення N, зокрема з урахуванням S і Mg, і використання регуляторів/гуматів для підвищення ефективності водокористування), тоді як очікувати від гумінових препаратів зміни «об'єму» профільної води безпосередньо не слід.

3.4. Вплив агротехніки на агрохімічні показники ґрунту

Наукова оцінка змін умісту гумусу та доступних форм елементів живлення під впливом агротехнічних чинників має базове значення для інтерпретації продукційної реакції озимої пшениці, оскільки саме органічна речовина ґрунту і профіль забезпеченості N–P–K визначають ємність катіонного обміну, агрегатостійкість, водоутримання, буферність і, врешті, коефіцієнти використання поживних речовин рослинами; у чорноземах важкосуглинкових із високою часткою мулистих мінералів баланс «гуміфікація мінералізація» та мобілізація N–P–K особливо чутливі до попередника і прийомів біологізації, що чітко простежується за наведеними таблицями. За Таблицею 5 на момент сівби середній уміст гумусу після чистого пару становив 3,585% (3,57–3,60%), тоді як після зайнятого пару (гірчиця жовта) – 3,705% (3,70–3,71%), тобто стартова різниця між фонами дорівнювала 0,12 в.п. на користь зайнятого пару і перевищувала $HP_{05}=0,03\%$, а відтак є статистично достовірною; у фазі кущення зберігалася та сама тенденція 3,555% проти 3,670% (розрив 0,115 в.п. > HP), що свідчить про стійкіший вуглецевий фонд у варіантах із включенням біомаси гірчиці.

Таблиця 5

Вміст гумусу залежно від агротехніки, %

Пар	Використання добрив	Фаза визначення		
		сівба	кущення	збирання
Пар чистий	без добрив	3,58	3,55	3,29
	обробка насіння	3,59	3,56	3,30
	обробка в період кущення	3,57	3,55	3,28
	обробка насіння + обробка в період кущення	3,60	3,56	3,31
Пар зайнятий (гірчиця жовта)	без добрив	3,70	3,66	4,27
	обробка насіння	3,71	3,67	4,28
	обробка в період кущення	3,70	3,67	4,27
	обробка насіння + обробка в період кущення	3,71	3,68	4,29
HP ₀₅ , %		0,03		

Найбільш показовою є динаміка до збирання: на чистому пару гумус знизився до 3,295% (3,28–3,31%), тобто сезонна втрата склала 0,29 в.п. або 8,1% від початкового рівня, що узгоджується з прискореною мінералізацією органічної речовини за теплого і сухішого сезону та дефіциту свіжих надходжень вуглецю; натомість на зайнятому пару фіксується приріст гумусу до 4,278% (4,27–4,29%), тобто сезонне збільшення 0,573 в.п. або 15,5% від старту, причому міжфоновий розрив на жнива сягає 0,983 в.п., що на порядок перевищує поріг істотності.

Така амплітуда зміни є фізіологічно й агрохімічно логічною для систем із покривною культурою гірчиці: інтенсивне коренеутворення, високий вихід корневих ексудатів, накопичення великої маси органічних решток із відносно низьким співвідношенням C:N і швидкою гуміфікацією формують приріст операційно вимірюваного «гумусу» за методом Тюріна; додатково, збільшення мікробної некромаси та асоціація гумусових комплексів із кальцієм у карбонатному середовищі чорнозему стабілізують частину нових гумусовоподібних сполук, що фіксується лабораторно. Усередині кожного фону різниці між способами застосування гуматного препарату («обробка насіння», «у кущени», «комбінація») були мінімальними: у чистому пару розкид 3,28–3,31% на жнива ($\Delta=0,03\%=\text{НІР}_{05}$), у зайнятому 4,27–4,29% ($\Delta=0,02\%<\text{НІР}$), отже стабільного ефекту фактору «спосіб внесення гумату» на сам уміст гумусу не виявлено; це узгоджується з тим, що гумінові препарати в нормативних нормах не є «джерелом» органічного вуглецю, співмірного з ґрунтовою масою, а здебільшого діють через поліпшення використання поживних речовин і антистресову фізіологію рослин, тоді як базовий тренд за гумусом задає попередник і баланс надходження свіжої органіки. Порівняння з Таблицею 6 доповнює картину: на тому самому мінеральному фоні орний шар після чистого пару характеризувався середніми вмістами N–NO₃ 17,73 мг/кг (17,4–18,0), P₂O₅ 118,93 мг/кг (118,7–119,1) і K₂O 152,35 мг/кг (152,2–152,6), тоді як після зайнятого пару – відповідно 20,35 мг/кг (19,8–21,8), 131,90 мг/кг (131,7–132,1) і 153,33 мг/кг (153,2–153,6); отже,

покривна культура асоціюється з підвищенням нітратного азоту на $\approx +2,6$ мг/кг (+14,8%) та рухомого фосфору на $\approx +13,0$ мг/кг (+10,9%), тоді як обмінний калій практично не змінюється (+0,98 мг/кг; <1%), що типово для чорноземів із високим глинистим комплексом і значним фоновим запасом К.

Таблиця 6

Вміст елементів живлення в орному шарі ґрунту, мг/кг

Пар	Використання добрив	Основні елементи живлення		
		N-NO ₃ , мг/кг	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг
Пар чистий	без добрив	17,7	118,7	152,4
	обробка насіння	17,8	119,0	152,6
	обробка в період кушення	17,4	118,9	152,2
	обробка насіння + обробка в період кушення	18,0	119,1	152,2
Пар зайнятий (гірчиця жовта)	без добрив	19,9	131,9	153,2
	обробка насіння	21,8	131,7	153,3
	обробка в період кушення	19,9	131,9	153,2
	обробка насіння + обробка в період кушення	19,8	132,1	153,6

Внутрішньофакторні варіації між способами застосування гумату в межах кожного фону були мінімальні і не виходили за межі, характерні для лабораторної варіабельності при незмінній мінеральній системі; поодинокі вищі точки за N-NO₃ (21,8 мг/кг за насінневої обробки на зайнятому парі) має радше мікропросторову природу або віддзеркалює локальні умови нітрифікації, а не відтворюваний ефект протоколу. З позицій ґрунтової хімії фіксоване зростання P₂O₅ після гірчиці узгоджується з відомими механізмами біологічної мобілізації фосфору через органічні кислоти корневих ексудатів і підвищену мікробну активність, що переводить частку фосфатів у рухомі форми; для N-NO₃ імовірною є комбінація «уловлювання» азоту покривною культурою в попередній період із подальшою швидкою мінералізацією її решток і поверненням у ґрунтовий розчин у весняно-літні строки.

Сукупно отримані дані формують цілісну картину: тип пару є визначальним фактором як для короткотермінового балансу гумусу, так і для профілю забезпеченості нітратним азотом і рухомим фосфором, причому зайнятий пар із гірчицею забезпечує вищу «якість» орного шару на старті та до збирання; способи застосування гуматного препарату в досліджених нормах не змінюють сам уміст гумусу та фон доступних форм N–P–K у масштабі сезону, а відтак очікуваний внесок гуматів реалізується через підвищення ефективності водо- і мінерального живлення та антистресовий ефект, а не через «нарощування» запасів органіки чи рухомих форм елементів; сезонна динаміка на чистому пару – зниження гумусу на 0,29 в.п. – віддзеркалює перевагу мінералізації над гуміфікацією за теплого і сухішого року, тоді як приріст на зайнятому пару 0,57 в.п. свідчить про швидке поповнення гумусового фонду за рахунок свіжих решток і мікробної некромаси; в агрономічному плані поєднання покривної культури з грамотною мінеральною системою створює більш високий «старт» за гумусом, нітратами і рухомим фосфором і, відповідно, сприятливіший режим живлення в ключові фази ВВСН 30–69, що має проявитися у кращій реалізації потенціалу сорту, особливо за дефіциту опадів під час наливу.

3.5. Ріст і розвиток рослин пшениці озимої

Оцінювання біометричних параметрів – висоти, площі листкової поверхні та густоти продуктивного стеблостою – є визначальним для інтерпретації майбутньої врожайності, оскільки ці показники безпосередньо відбивають інтенсивність ростових процесів, фотосинтетичний потенціал посіву (LAI) та здатність культури сформувати необхідну кількість колосоносних пагонів; у посушливі сезони саме поєднання достатнього LAI із контрольованою висотою рослин і високою часткою продуктивних стебел забезпечує оптимальний баланс між асиміляцією та витратами води, тож чутливість цих ознак до агротехнічних прийомів є індикатором ефективності технології.

За висотою рослин спостерігається чітка позитивна реакція на застосування гуматного препарату, причому насіннева обробка й особливо комбінований варіант (насіння + кущення) забезпечили істотний приріст порівняно з контролем: у чистому парі 74,4 см → 76,1 см (1,7 см; $НІР_{05}=0,9$ см) для насінневої обробки та 76,7 см (2,3 см) для комбінованої; позакореневе внесення лише у фазі кущення підняло висоту до 75,0 см (0,6 см), що нижче за поріг істотності (табл. 7).

Таблиця 7

Ріст і розвиток рослин пшениці озимої

Пар	Застосування добрив	Основні біометричні показники		
		висота рослин, см	площа листової поверхні, тис. м ² /га	кількість продуктивних стебел на 1 м ²
Пар чистий	без добрив	74,4	31,2	538,1
	обробка насіння	76,1	34,1	548,1
	обробка в період кущення	75,0	32,2	541,5
	обробка насіння + обробка в період кущення	76,7	35,2	551,5
Пар зайнятий (гірчиця жовта)	без добрив	73,6	29,8	534,0
	обробка насіння	75,2	32,6	543,2
	обробка в період кущення	73,8	30,1	534,0
	обробка насіння + обробка в період кущення	76,9	35,6	553,1
$НІР_{05}$		0,9	0,7	6,1

Аналогічна картина на зайнятому парі: 73,6 см на контролі 75,2 см за насінневої обробки (1,6 см; $>НІР$) і 76,9 см у комбінованому варіанті (3,3 см; $>НІР$), тоді як одноразове внесення в кущенні не відрізнялося від контролю (73,8 см; 0,2 см). Міжфоново висота в середньому була трохи більшою на чистому парі, але відмінності для пар «контроль» (74,4 проти 73,6; $\Delta=0,8$ см) і «комбінація» (76,7 проти 76,9; $\Delta=0,2$ см) не досягали $НІР$, тоді як за одноразового внесення в кущенні чистий пар мав перевагу над зайнятим (75,0 проти 73,8; 1,2 см; $>НІР$), що логічно узгоджується з кращим водним режимом

цього фону; отже, висота зростала переважно за рахунок протоколів, які оптимізують ранній старт (насіння) і продовжують фізіологічну «підтримку» у кущенні (комбінація), тоді як пізніша одинична обробка без «стартового поштовху» виявилася недостатньою.

Площа листової поверхні, виражена у тис. м²/га (еквівалент LAI≈3,0–3,6), виявилася найбільш чутливою до прийомів: у чистому парі контрольні 31,2 тис. м²/га зростали до 34,1 (2,9; >НІР=0,7) за насінневої обробки, 32,2 (+1,0; >НІР) за внесення в кущенні та 35,2 (+4,0; >НІР) у комбінованому варіанті; на зайнятому парі відповідно 29,8 32,6 (2,8; >НІР), 30,1 (0,3; <НІР), 35,6 (+5,8; >НІР).

Порівняння між парами демонструє, що за відсутності обробок і за одноразового пізнього внесення чистий пар мав суттєво більшу листову поверхню (31,2 проти 29,8; 1,4; >НІР; та 32,2 проти 30,1; 2,1; >НІР відповідно), проте комбінований протокол на зайнятому парі (35,6) повністю нівелював стартовий «мінус» і навіть трохи перевищив чистий пар (35,2), хоча ця різниця неістотна ($\Delta=0,4$; <НІР).

Отже, з позицій формування LAI найсильніший ефект давала саме комбінація ранньої (насінневої) і вегетаційної (кущення) обробок, причому на фоні гірчиці цей ефект проявився найінтенсивніше, компенсуючи нижчі стартові водно-азотні ресурси. За кількістю продуктивних стебел на м² чітко простежується та сама ієрархія: у чистому парі 538 на контролі 548 (+10; >НІР=6,1) за насіння, 541 (+3,4; <НІР) за кушення і 552 (+13,4; >НІР) у комбінації; у зайнятому парі 534 543 (+9,2; >НІР), 534 (0; <НІР) і 553 (+19,1; >НІР) відповідно.

Міжфонові зіставлення показують, що без обробок і за одноразового кушення різниця або неістотна, або на користь чистого парі (538 проти 534; $\Delta=4,1$; <НІР; і 541 проти 534; $\Delta=7,5$; >НІР), проте у комбінованому варіанті зайнятий пар навіть номінально випередив чистий (553 проти 552; $\Delta=1,6$; <НІР), що свідчить про синергію «покривна культура + двоетапне

застосування гуматів» у формуванні максимальної частки продуктивних пагонів.

Сукупний аналіз трьох ознак виявляє важливу закономірність: насіннева обробка забезпечує переконливий «стартовий» ефект (вища висота, більша листовна поверхня та щільність продуктивного стеблостою порівняно з контролем у межах одного фону), тоді як одноразове внесення в кущенні дає помірний або нестабільний приріст, особливо на фоні обмежених ресурсів зайнятого пару; натомість поєднання двох прийомів створює найвищий і, що важливо, відтворюваний приріст LAI і продуктивної густоти в обох фонах, причому на зайнятому пару саме комбінація повністю «знімає» стартову різницю з чистим паром.

З фізіолого-агрономічного погляду це логічно: гумінові та фульвові компоненти, введені на насінневому етапі, підсилюють проростання, коренеутворення і раннє кущення, формуючи вищий потенціал паганоутворення, а подальше позакореневе внесення в кущенні стабілізує фотосинтетичний апарат і підтримує пластичний метаболізм у період інтенсивної органогенези, що сумарно транслюється у більший LAI ($\approx 3,5-3,6$) та істотно вищу частку продуктивних стебел; при цьому прирости висоти залишаються помірними, не виходячи за межі, що підвищують ризик вилягання, тобто зберігається «керована» архітектоніка стеблостою.

Висновково, найбільш ефективною з погляду росту й розвитку виявилася комбінована схема застосування гумату, яка забезпечила максимальний LAI і густоту продуктивних стебел у обох системах пару, тоді як насіннева обробка посіла друге місце, а разова обробка в кущенні без стартового ефекту була найменш дієвою; вплив типу пару проявлявся переважно у контрольних та «одиначних» варіантах, проте за комбінації прийомів різниця між чистим і зайнятим паром практично зникла, що підкреслює здатність біостимуляційних прийомів вирівнювати стартові агрофізичні й агрохімічні контрасти та стабілізувати продукційний потенціал посіву.

3.6. Врожайність зерна пшениці озимої

Наукове осмислення відмін у врожайності за різних агротехнічних рішень має принципове значення, оскільки інтегрує ефекти водного режиму, агрофізичних параметрів ґрунту, забезпеченості NPK та регуляції ростових процесів у ключові фази ВВСН, а кінцевий результат урожай зерно є сумарною мірою реалізації потенціалу сорту через поєднання «джерела» (LAI, фотосинтетична активність) і «споживача» (кількість продуктивних стебел і зерен на колос), що безпосередньо реагують на попередник і схему застосування гумінового препарату.

За таблицею 8 середній ефект фактора А засвідчує перевагу чистого пару над зайнятим: середні врожаї відповідно 4,90 і ~4,79 т/га (різниця 0,11 т/га), що перевищує $НІР_{05}=0,10$ т/га і свідчить про статистично достовірну фону-спричинену перевагу, узгоджену з більшими стартовими запасами продуктивної вологи та вищим LAI у базових варіантах цього фону; водночас характер реакції на фактор В (схема застосування «Гуматік Форте») виявляє суттєві відмінності.

Таблиця 8

Врожайність пшениці озимої залежно від агротехніки вирощування, т/га (2025 р.)

Пар (фактор А)	Застосування добрив (фактор В)	Врожайність зерна, т/га
Пар чистий	без добрив	4,71
	обробка насіння	4,99
	обробка в період кушення	4,81
	обробка насіння + обробка в період кушення	5,09
Пар зайнятий (гірчиця жовта)	без добрив	4,58
	обробка насіння	4,85
	обробка в період кушення	4,60
	обробка насіння + обробка в період кушення	5,14
$НІР_{05}$, т/га		0,10

На чистому пару контроль (4,71 т/га) під впливом насінневої обробки зріс до 4,99 т/га (+0,28; 6,0%; $НІР$), одноразове внесення в кушення дало 4,81 т/га (0,10; 2,1%; на межі істотності), а комбінований варіант

«насіння+кущення» 5,09 т/га (0,38; 8,1%; >НІР), тобто найбільший і відтворюваний приріст забезпечила саме комбінація раннього праймінгу й вегетаційної підтримки. На зайнятому парі контроль становив 4,58 т/га, насіннева обробка підвищила врожай до 4,85 т/га (0,27; 5,9%; >НІР), одноразове кущення 4,60 т/га (0,02; 0,4%; <НІР), тоді як комбінований варіант забезпечив 5,14 т/га (0,56; 12,2%; >НІР), тобто тут реакція на поєднання прийомів була ще потужнішою, ніж на чистому парі.

Порівняння фону за кожним рівнем фактора В підтверджує наявність взаємодії А×В: без обробок чистий пар переважає зайнятий на 0,13 т/га (>НІР), за насінневої обробки на 0,14 т/га (>НІР), за одноразового внесення в кущення на 0,21 т/га (>НІР), тоді як у комбінованому варіанті тенденція розвертається зайнятий пар номінально випереджає чистий на 0,05 т/га (5,14 проти 5,09; <НІР), фактично нівелюючи «стартову» перевагу чистого парі; отже, саме збалансоване двоетапне застосування гумату здатне повністю компенсувати фоновий мінус зайнятого парі, що концептуально узгоджується з раніше показаним посиленням приростом LAI і частки продуктивних стебел у комбінації «насіння+кущення» на фоні гірчиці. Узагальнюючи по фактору В для обох фонів разом, середні врожаї становлять: контроль 4,65 т/га, «насіння» 4,92 т/га (+0,27; >НІР), «тільки кущення» 4,71 т/га (+0,06; <НІР) і «комбінація» 5,12 т/га (+0,47; >НІР), що однозначно вказує на домінування комбінованого протоколу над усіма альтернативами; фізіолого-агрономічно це зумовлено поєднанням раннього ефекту насінневого праймінгу (проростання, коренеутворення, раннє кущення, формування більшого потенціалу «споживача») із пізнішою підтримкою у фазі ВВСН 21–25 (стабілізація фотосинтетичного апарату і пластичного обміну, що підвищує «джерело» і зменшує абортацію продуктивних пагонів), а одноразова позакоренева обробка без стартового праймінгу в умовах дефіциту вологи кінця весни–початку літа не здатна суттєво змінити траєкторію формування структури врожаю.

Максимальне зареєстроване значення – 5,14 т/га в комбінації на зайнятому пару – статистично не відрізняється від 5,09 т/га на чистому пару (0,05; <NIP), що підтверджує вирівнювання фонових відмін за умов правильно підбраної схеми застосування препарату; водночас обидва комбінаційні варіанти достовірно переважають відповідні контролю на 0,38–0,56 т/га, тобто на 8–12%, що має як агрономічну, так і економічну значущість.

Висновково, у сезоні 2025 р. тип пару визначав базову різницю врожайності на користь чистого пару приблизно на 0,11 т/га, проте ця перевага повністю нівелювалася при застосуванні комбінованого протоколу «насінення+кущення» гумінового препарату, який показав стабільний і найбільший приріст урожаю в обох системах пару; насіннева обробка як самостійний прийом посіла друге місце за ефективністю, тоді як одноразова позакоренева обробка у фазі кущення без стартового праймінгу виявилася статистично недостатньою, особливо на фоні зайнятого пару.

Таким чином, для умов посушливого завершення вегетації оптимальною є стратегія, що поєднує переваги покривної культури із двоетапним застосуванням гумату, оскільки вона максимізує як «джерело» (LAI), так і «споживач» (щільність продуктивного стеблостою), забезпечуючи найвищу реалізацію потенціалу сорту попри обмеження водного режиму.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Економічна інтерпретація результатів є критичною, бо саме вона інтегрує вплив попередника, водно-агрофізичних умов і прийомів біостимуляції на кінцеву вартість валової продукції, собівартість і рентабельність, тобто відповідає на головне запитання яка схема технології забезпечує найвищу віддачу гривні вкладень; у наведеній таблиці всі розрахунки виконано за фіксованої ціни реалізації зерна 8850 грн/т (валова виручка системно дорівнює урожайність×8850), що робить порівняння «чистим» і дозволяє відстежити чистий технологічний ефект без впливу цінових флуктуацій. На фоні чистого пару базова врожайність 4,71 т/га (41683,5 грн/га) забезпечує виробничі витрати 17303 грн/га, собівартість 3673,7 грн/т і умовно чистий прибуток 24380,5 грн/га при рентабельності 140,9%; насіннева обробка підвищує врожай до 4,99 т/га (0,28 т/га, >НІР₀₅=0,10), збільшує виручку на 2478 грн/га за додаткових витрат лише 457,3 грн/га, тому чистий прибуток зростає до 26401,2 грн/га (+2020,7), а рентабельність до 148,7%, причому собівартість зменшується до 3559,2 грн/т (114,5 грн/т відносно контролю); одноразове внесення у кущени на чистому пару дає скромніший, на межі істотності, приріст урожаю до 4,81 т/га (0,10 т/га НІР), що транслюється у вал 42568,5 грн/га та чистий прибуток 24875,5 грн/га (+495,0), при цьому рентабельність практично не змінюється (140,6%), а собівартість лишається на рівні контролю (3678,4 грн/т); найбільш вигідною виявляється комбінована схема «насіння+кущення»: врожай 5,09 т/га (+0,38 т/га, >НІР), вал 45046,5 грн/га, додаткові витрати 630,9 грн/га, чистий прибуток 27112,6 грн/га (+2732,1), рентабельність 151,2%, а собівартість мінімізується до 3523,4 грн/т (150,3 грн/т до контролю), тобто кожна гривня додаткових витрат повертає 4,33 грн додаткового прибутку (інкрементна окупність ≈433%).

Таблиця 9

**Економічна ефективність вирощування пшениці озимої,
т/га (2025 р.)**

Пар	Застосування добрив (фактор В)	Врожайність, т/га	Валовартисть продукції, грн/га	Виробничі витрати, грн/га	Собівартість 1 тони зерна, грн	Умовно чистий прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %
Пар чистий	без добрив	4,71	41683,5	17303	3673,7	24380,5	140,9
	обробка насіння	4,99	44161,5	17760,3	3559,2	26401,2	148,7
	обробка в період кушення	4,81	42568,5	17693	3678,4	24875,5	140,6
	обробка насіння + обробка в період кушення	5,09	45046,5	17933,9	3523,4	27112,6	151,2
Пар зайнятий (гірчиця жовта)	без добрив	4,58	40533,0	18661,3	4074,5	21871,7	117,2
	обробка насіння	4,85	42922,5	19118,8	3942,0	23803,7	124,5
	обробка в період кушення	4,6	40710,0	19051,4	4141,6	21658,6	113,7
	обробка насіння + обробка в період кушення	5,14	45489,0	19292,4	3753,4	26196,6	135,8

На фоні зайнятого пару (гірчиця) базові виробничі витрати дещо вищі (18661,3 грн/га) і без обробок урожай 4,58 т/га (40533,0 грн/га), чистий прибуток 21871,7 грн/га, рентабельність 117,2%, а собівартість 4074,5 грн/т; насіннева обробка дає 4,85 т/га (0,27 т/га, >НІР), вал 42922,5 грн/га та чистий прибуток 23803,7 грн/га (+1932,0) за додаткових 457,5 грн/га витрат, що піднімає рентабельність до 124,5% і знижує собівартість до 3942,0 грн/т (132,5 грн/т); одноразове внесення у кушення тут економічно неефективне: 4,60 т/га (+0,02 т/га, <НІР), вал 40710,0 грн/га, витрати 19051,4 грн/га, чистий прибуток 21658,6 грн/га (навіть -213,1 грн/га відносно контролю зайнятого пару), рентабельність зменшується до 113,7%, а собівартість підвищується до 4141,6 грн/т—типова ознака того, що «пізній» одноразовий вплив без стартового праймінгу не встигає монетизуватися у врожай за умов обмежувального

водного режиму; натомість комбінована схема на зайнятому пару забезпечує найвищу в таблиці урожайність 5,14 т/га (0,56 т/га, >НІР), вал 45489,0 грн/га, витрати 19292,4 грн/га, чистий прибуток 26196,6 грн/га (+4324,9 до контролю зайнятого пару) при рентабельності 135,8% і собівартості 3753,4 грн/т (-321,1 грн/т), а інкрементна окупність додаткових витрат сягає 685% (4,956 т/га×8850-631,1).

Порівняння фонів за однакових схем показує статистично значущу перевагу чистого пару над зайнятим без обробок (+0,13 т/га; 4,71 проти 4,58) і за одноразового внесення у кущени (+0,21 т/га; 4,81 проти 4,60), що відображає стартову перевагу чистого пару у профільній волозі і LAI, водночас за насінневої обробки розрив зберігається на рівні +0,14 т/га, а у комбінованому варіанті повністю нівелюється (5,09 проти 5,14; різниця 0,05 т/га <НІР), демонструючи, що двоетапне застосування гумату здатне повністю компенсувати фоновий мінус зайнятого пару; у валюті чистого прибутку абсолютний максимум досягнуто на чистому парі з комбінацією (27112,6 грн/га), дуже близько і зайнятий пар з комбінацією (26196,6 грн/га), тоді як за рівнем рентабельності лідирує також комбінований варіант чистого пару (151,2%), друге місце насіннева обробка на чистому парі (148,7%), що зумовлено нижчою собівартістю 1 т на чистому фоні; таким чином, при фіксованій ціні реалізації найбільш економічно доцільною стратегією виявляється саме двоетапне застосування гумінового препарату (насіння+кущення): на чистому парі вона дає приріст прибутку +2732 грн/га до контролю і мінімізує собівартість до 3,52 тис. грн/т, на зайнятому парі +4325 грн/га і зниження собівартості до 3,75 тис. грн/т, причому ефект інтенсивніший на фоні покривної культури, де комбінація не лише підвищує урожайність до максимуму, а й «закриває» розрив із чистим паром; натомість одноразова обробка у кущени без стартового праймінгу економічно виправдана лише на чистому парі й лише з помірною окупністю, а на зайнятому парі є збитковою в інкрементному вимірі, що віддзеркалює загальну закономірність.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Дослідження стану охорони праці в фермерському господарстві

Система управління охороною праці на підприємстві побудована відповідно до чинного законодавства України: Конституції України, Кодексу законів про працю, Закону України «Про охорону праці», підзаконних нормативно-правових актів і внутрішніх положень підприємства.

Загальну відповідальність за безпеку праці несе директор товариства, який забезпечує функціонування політики ОП, затверджує інструкції, порядки навчання, проводить періодичні наради з безпеки та створює умови для роботи служби/уповноваженої особи з охорони праці.

На підприємстві призначено відповідального за ОП (за сумісництвом – агроном/технічний фахівець), який організовує і проводить вступний інструктаж, координує первинний, повторний, позаплановий та цільовий інструктажі безпосередньо на робочих місцях, веде журнали реєстрації, контролює наявність і справність засобів індивідуального захисту, перевіряє стан виробничого обладнання та місць виконання робіт. Новоприйняті працівники допускаються до робіт тільки після навчання та перевірки знань з охорони праці, пожежної безпеки і безпечного поводження з хімічними препаратами; допуск фіксується наказом і записом у журналі.

На постійній основі здійснюються: ідентифікація небезпек (робота з пестицидами, рухомі частини техніки, підвищена температура/пил), оцінка ризиків, впровадження заходів контролю (огородження, попереджувальна розмітка, знаки, регламент ТО-ремонт), забезпечення аптечками, засобами пожежогасіння, засобами для екстреної деконтамінації (вода, сорбенти).

Для хімічно небезпечних робіт (змішування/заправка/внесення пестицидів) діє наряд-допуск і порядок повідомлення про позаштатні ситуації.

5.2. Аналіз виробничого травматизму в фермерському господарстві

Кадрова чисельність у 2024–2025 рр. була сталою – 12 працівників. За даними внутрішньої звітності зафіксовано один нещасний випадок у 2024 році з втратою працездатності; у 2025 році випадків не було (табл. 10). На підставі первинних документів підприємства розраховано узагальнені показники за 2024 р.: коефіцієнт частоти становив 83,3 (випадків на 1000 працюючих), коефіцієнт тяжкості – 19 людино-днів на один випадок, коефіцієнт втрати робочого часу – 352 (людино-днів/1000 працюючих). Така картина характерна для одиничної події при невеликій чисельності штату: навіть один випадок суттєво «навантажує» частотний показник.

Профілактичні висновки: актуальним є посилення нагляду за виконанням інструкцій на сезонно-небезпечних роботах (наладка/обслуговування машин, робота з хімічними речовинами), повторні тренування з безпечних прийомів праці перед піковими навантаженнями, цільові інструктажі на полі та щоденний «стоп-мітинг» із визначенням ризиків зміни (погода, стан техніки, людський фактор). Рекомендовано також впровадити облік «небезпечних дій/подій без наслідків» з подальшим розбором причин і коригувальними діями.

Коефіцієнт частоти травматизму:

$$K_{\text{чт}} = \frac{T}{P} \times 1000 = \frac{1}{12} \times 1000 = 83,3$$

де Т – кількість нещасних випадків;

Р – кількість працівників;

1000 – перерахування на 1000 працівників.

Коефіцієнт важкості травматизму:

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

де Д – кількість непрацездатних днів.

Коефіцієнт втрати робочого часу:

$$K_{\text{вт}} = \frac{Д}{P} \times 1000 = \frac{12}{22} \times 1000 = 349$$

Аналіз нещасних випадків та виробничого травматизму в господарстві

Показники травматизму	2024 рік	2025 рік
Кількість працюючих людей	12	12
Кількість нещасних випадків	1	–
Кількість днів непрацездатності, діб		–
- від травматизму	11	–
- від захворювання		–
Втрати, тис. грн:		–
- від травматизму	28,3	–
- від захворювання		–
Коефіцієнт травматизму	82,2	–
Коефіцієнт важкості травматизму	19	–
Коефіцієнт втрати робочого часу	349	–

5.3. Вимоги безпеки під час приготування, заправки та внесення пестицидів

Роботи з пестицидами відносяться до підвищеної небезпеки та виконуються лише навченим і медично придатним персоналом. Допуск включає: попередній і періодичні медогляди; навчання/перевірку знань з ОП і хімічної безпеки; цільовий інструктаж перед початком сезону; ознайомлення з паспортами безпеки речовин (MSDS) та інструкціями виробника. ЗІЗ підбирають за класом небезпеки препарату та видом робіт: герметичний комбінезон (тип 5/6), хімістійкі рукавички (нітрил/неопрен), захисне взуття, окуляри/щиток, фільтруючий респіратор з відповідними картриджами (тип А/РЗ або комбіновані) чи ізолюючі засоби для високотоксичних сполук.

Змішування/приготування розчинів. Проводиться на спеціальному майданчику з твердим покриттям і локальним утриманням проливів (бортики/лотки), з доступом до чистої води, сорбентів та комплектів ліквідації аварійних розливів. Використовують вимірювальний посуд, що не застосовується для харчових цілей, дотримуються порядку змішування (вода

→ препарат), заборонено переливання «з висоти» та роботу проти вітру. Обов'язкова перевірка тари, шлангів і з'єднань на герметичність; за можливості – закриті системи перекачування (closed transfer).

Заправка обприскувачів. Перед заправкою – огляд техніки, перевірка клапанів і манометрів, справність фільтрів, калібрування норми виливу та швидкості. Заправка – на спеціалізованому майданчику з унеможливленням стоку в ґрунт і водні об'єкти. Заборонено використовувати цю зону для інших потреб. Залишки робочих розчинів – тільки в межах норми на поле; надлишки та порожню тару – за процедурою утилізації.

Внесення. Роботи виконують за стабільної погоди: швидкість вітру $\leq 3-4$ м/с, відсутність опадів/туманів, дотримання буферних зон до житлових територій, пасовищ, водних об'єктів. Використовують форсунки, що зменшують знесення, підтримують тиск у рекомендованому діапазоні, рух техніки – з сталою швидкістю. Обов'язково – попереджувальні знаки на межах поля та дотримання інтервалів безпечного входу (re-entry interval) і строків очікування до збирання. Після робіт – промивання системи за регламентом, збирання і нейтралізація промивних вод у дозволений спосіб.

Аварійні дії й перша допомога. На майданчику – інструкції дій при розливі/отруєнні, телефони екстрених служб, аптечка, засоби промивання очей. За підозри на інтоксикацію (головний біль, запаморочення, нудота, подразнення очей/шкіри, утруднене дихання) – негайно припинити роботи, вивести постраждалого на свіже повітря, зняти забруднений одяг, промити відкриті ділянки, викликати медичну допомогу й надати паспорт безпеки речовини. Ведеться журнал обліку застосування ЗЗР, інструктажів, оглядів техніки та випадків відхилень (near-miss).

5.4. Заходи з підвищення рівня безпеки праці на підприємстві

Удосконалити Положення про управління ризиками (ідентифікація небезпек, оцінка ризику до/після контролів, реєстр заходів), запровадити щосезонний аудит робочих місць. Встановити закриту систему заправки

пестицидів та постійний майданчик для змішування/заправки з утриманням проливів і набором для ліквідації розливів; укласти договір на ліцензовану утилізацію тари/відходів.

Забезпечити персонал стандартом ЗІЗ для хімічних робіт (комплекти за розмірами, запасні фільтри), упровадити контроль їх видачі/заміни; організувати кімнату гігієни (душ, пральня для робочого одягу).

Проводити цільові навчання перед піковими операціями (посів, внесення ЗЗР, збирання), відпрацювання аварійних сценаріїв (розлив, отруєння, пожежа) з фіксацією результатів і коригувальними діями.

Оснастити самохідну техніку кондиціонованими кабінами з фільтрацією повітря; для ручних робіт – дозатори, мірний інвентар, переносні очні фонтанчики, тенти/тінь і питний режим для профілактики теплового стресу.

Впровадити облік небезпечних дій і подій без наслідків (near-miss) з щомісячним розбором причин; за результатами – оновлювати інструкції та маршрути безпечного руху техніки.

Розширити інтегровану систему захисту рослин (IPM): агротехнічні прийоми, біопрепарати, моніторинг шкідників і мікроклімату поля (анемометр, датчик вологості листка) – для зменшення потреби в хімічних обробках і пов'язаних ризиків.

Запропонований комплекс організаційних, технічних і санітарно-гігієнічних рішень забезпечує стаке зниження виробничих ризиків, підвищує готовність персоналу до дій у небезпечних ситуаціях і зменшує економічні втрати, пов'язані з травматизмом і простоєм техніки.

ВИСНОВКИ

1. Агрометеоричний фон сезону 2024–2025 рр. був термічно надлишковим і вододефіцитним: за жовтень–липень випало ≈ 387 мм опадів проти ≈ 539 мм норми (дефіцит 152 мм), при цьому найсуттєвіший недобір припав на налив зерна (червень–липень 49 % від норми). Така кон'юнктура подовжувала осінню вегетацію, але обмежувала кущення браком вологи та скорочувала тривалість наливу, що підвищувало ризик зменшення маси 1000 зерен і зумовило більш чутливу реакцію посівів до прийомів, які поліпшують водокористування та фотосинтетичний потенціал.

2. Фізичний стан орного шару змінювався закономірно: об'ємна маса зростала від 1,15–1,17 г/см³ на сівбі до 1,33–1,35 г/см³ на збирання, а загальна пористість зменшувалась від 59–61 % до 53–54 %. На фазі кущення зайнятий пар (гірчиця) забезпечував статистично нижчу щільність (1,25–1,26 г/см³) і вищу пористість (56,7–57,0 %) порівняно з чистим паром (1,27–1,30 г/см³; 55,7–56,0 %) різниця перевищувала $НІР_{05}$. Вплив схем застосування гумату на самі фізичні показники був несталим і в межах похибки, отже вирішальним фактором поліпшення аераційно-водного режиму виступав саме тип пару, а не спосіб внесення препарату.

3. Запаси продуктивної вологи в метровому шарі підтвердили водну перевагу чистого пару на старті та у кущенні: на сівбі 120,6–129,7 мм проти 114,9–115,7 мм у зайнятому; у кущенні 132,8–134,5 мм проти 128,4–129,3 мм (розриви 5–8 мм > $НІР_{05}=4$ мм). До збирання показники зблизилися до 47–48 мм в усіх варіантах, що відображає інтенсивне споживання вологи на тлі літньої посухи. Отже, чорний пар створював «водний аванс» для формування продуктивної кущистості та диференціації колоса, але за посушливого літа цей аванс був витрачений до однаково низьких залишків.

4. Агрономічно значущі й різноспрямовані зрушення зафіксовано в агрохімії: на чистому парі вміст гумусу зменшився з 3,58–3,60 % до 3,28–3,31 % (0,29 в.п. > $НІР_{05}=0,03$ %), тоді як на зайнятому парі зріс із 3,70–3,71 % до

4,27–4,29 % (0,57–0,59 в.п. > НІР). Одночасно орний шар після гiрчиці мав вищі рівні N–NO₃ (19,8–21,8 мг/кг проти 17,4–18,0 мг/кг) і рухомого P₂O₅ (131,7–132,1 мг/кг проти 118,7–119,1 мг/кг), тоді як K₂O практично не відрізнявся (153 проти 152 мг/кг). Схеми внесення гумату не змінювали абсолютні запаси гумусу й N–P–K у масштабі сезону; їхній ефект реалізувався через фізіологію рослин, а не «нарощування» фонового вмісту поживних речовин.

5. Біометрична реакція посівів засвідчила перевагу двоетапного застосування гумату (насіння + кушення): максимальні значення досягнуто на чистому парі висота 76,7 см, площа листової поверхні 35,2 тис. м²/га, продуктивний стеблостій 551,5 шт/м², і на зайнятому 76,9 см; 35,6 тис. м²/га; 553,1 шт/м². Прирости LAI (4,0 та 5,8 тис. м²/га) і продуктивних стебел (13,4 та 19,1 шт/м²) були статистично істотними відносно контролю (НІР₀₅: 0,7 тис. м²/га і 6,1 шт/м²). Насіннева обробка посіла друге місце за ефективністю, тоді як разове внесення в кушення без стартового праймінгу дало помірну або неістотну реакцію, особливо на фоні зайнятого пару.

6. Урожайність у 2025 р. найвища за комбiнування насінневої та вегетаційної обробок гуматом: 5,09 т/га на чистому та 5,14 т/га на зайнятому парі (прирости +0,38 і +0,56 т/га до відповідних контролів; > НІР₀₅=0,10 т/га). Насіннева обробка забезпечила +0,28 і +0,27 т/га, а одноразове внесення в кушення лише +0,10 т/га на чистому та +0,02 т/га на зайнятому (остання різниця неістотна). У середньому чистий пар давав 0,11 т/га переваги над зайнятим, але в комбiнованому варіанті різниця між фонами зникла (5,09 проти 5,14 т/га; < НІР), що свідчить про повну компенсацію «мінуса» зайнятого пару правильно підбраною схемою стимуляції.

7. Економічна оцінка підтвердила технологічну перевагу двоетапного протоколу: на чистому парі умовно чистий прибуток зростав до 27 112,6 грн/га при рентабельності 151,2 % і собівартості 3 523 грн/т (кращий показник у досліді), на зайнятому до 26 196,6 грн/га та 135,8 % при собівартості 3 753 грн/т; насіннева обробка була другою за ефективністю (чистий пар 26 401,2

грн/га; 148,7 %), тоді як разове внесення в кущени на зайнятому пару виявилось економічно слабким (рентабельність 113,7 %, собівартість 4 142 грн/т). Отже, для умов посушливого завершення вегетації оптимальна стратегія поєднання покривної культури (або, мінімум, агротехніки, що підвищує профільні запаси вологи) з насіннєвим праймінгом і підтримкою у фазі кушення: така комбінація одночасно максимізує «джерело» (LAI) і «споживач» (щільність продуктивних стебел), нівелює фонові відмінності між типами пару та забезпечує найвищу віддачу вкладень.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З огляду на результати польових досліджень у степовій зоні рекомендуємо впроваджувати технологічну схему, що забезпечує стабільний приріст урожайності озимої пшениці на 13,2 % і підвищення рентабельності виробництва на 16,3 %. Оптимально вирощувати культуру по чорному пару із застосуванням гумінового добрива Гуматік Форте у двоетапному режимі: обробка насіння – 200 мл/т перед сівбою та позакореневе підживлення у фазі кушення (ВВСН 21–25) – 400 мл/га.

Для довгострокового збереження та примноження родючості ґрунту, а також зниження екологічного навантаження доцільно інтегрувати в технологію елементи біологізації землеробства – насамперед сидеральний пар із жовтою гірчицею.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адаменко Т. І. Зміна агрокліматичних умов холодного періоду в країні при глобальному потеплінні клімату / Т. І. Адаменко // Агроном. № 4. С. 12–13.
2. Андрійчук В.Г. Економіка аграрних підприємств. К.: КНЕУ, 2002. 624 с.
3. Бабенко А.І., Танчик С.П. Особливості захисту посівів сільськогосподарських культур від бур'янів за умов органічного землеробства. Карантин і захист рослин. 2016. № 2–3. С. 38–40.
4. Базалій В.В., Домарацький Є.О., Пічура В.І. Аналіз формування врожайності сортів пшениці м'якої озимої залежно від біопрепаратів і кліматичних умов. Таврійський науковий вісник. 2012. Вип. 82. С. 11–17.
5. 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.
6. Білоус Л. В. Вплив чорного і сидерального пару на урожайність пшениці озимої. Землеробство і ґрунтознавство. Київ. 2018. № 4. С. 18–22.
7. Вінюков О.О., Коробова О.М., Бондарева О.Б., Коноваленко П.В. Використання біо та рїстрегулюючих препаратів для підвищення продуктивності та якості зерна ячменю ярого. Збалансоване природокористування. 2017. № 3. С. 46–50.
8. Гаврилюк М. М. Особливості росту і розвитку пшениці озимої залежно від удобрення. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Умань. 2020. № 96. С. 45–51.
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. Полтава, 2021. № 1. С. 122–127.

10. 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.
11. Гандзюк М. П. Основи охорони праці : Підручник. 2-е вид. / Гандзюк М.П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. К. : Каравела, 2004. – 408 с.
12. 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.
13. Городній М. М. Агрохімія : Підручник / М. М. Городній. – 4-те вид., переробл. та доп. – К. : Арістей, 2008. – 936 с.
14. Григоренко І. П. Особливості вирощування пшениці озимої за використання чорного пару як попередника. Вісник аграрної науки Причорномор'я. Одеса. 2020. № 2. С. 31–36.
15. 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).
16. Добровольський А.В. Ефективність сучасних рістрегулюючих препаратів за біологізації технології вирощування соняшнику в Південному Степу України. Дис. на здоб. наук. ст. канд. с.-г. наук. Херсон. 2019. 174 с.
17. Домарацький Є. Глобальне потепління – палиця з двома кінцями для українських аграріїв. Матеріали міжнародної науково-практичної Інтернетконференції «Стан і перспективи селекції в умовах змін клімату» 23 лютого 2018 року, тези доповідей. Херсон: Інститут зрошуваного землеробства НААН. 2018. С. 44–47.
18. Домарацький Є.О., Домарацький О.О., Козлова О.П. Стимулятори росту та комбіновані препарати біологічного походження як невід'ємний елемент екологізації технології вирощування технічних культур. Сучасний

рух науки: тези доп. V міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 7-8 лютого 2019 р. Дніпро. 2019. С. 202–206.

19. 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.

20. 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.

21. 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.

22. 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.

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

24. Ключенко В.В. Вплив мікробних препаратів на продуктивність та якість зерна пшениці озимої в агрокліматичних умовах Степового Криму. Екологія. Наукові праці. 2011. Вип. 140. Том 152. С. 33–36.

25. Коваленко С. О. Вплив різних попередників на продуктивність пшениці озимої в умовах Лісостепу України. Вісник аграрної науки. Київ. 2019. № 7. С. 33–37.

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

27. 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.

28. Кучеренко П. С. Системи удобрення в сівозміні і їх вплив на продуктивність пшениці озимої. Агрохімія і ґрунтознавство. Харків. 2021. № 1. С. 5–10.

29. Лебідь Є.М., Черенков А.В., Солодушко М.М. Особливості вирощування озимої пшениці у Степу України. Науково-технічний бюлетень Миронівського інституту пшениці ім. В.М. Ремесло. 2008. Вип. 8. С. 335–344.

30. Лисенко О. Г. Порівняльний аналіз продуктивності пшениці озимої залежно від типу попередника. Аграрна економіка. Львів. 2021. № 3. С. 27–32.

31. 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.

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

33. 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.

34. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України : наукове видання. – К.: Аграрна наука, 2004. – 844 с.

35. 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.

36. Нетіс І. Т. Пшениця озима на півдні України : Монографія. – Херсон : Олді- плюс, 2011. – 460 с.

37. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Єрмакова Л.М., Каленська С.М. Системи сучасних інтенсивних технологій: [Навчальний посібник]. Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2012. 370 с.

38. Петренко І. В. Ефективність застосування добрив при вирощуванні пшениці озимої залежно від попередників. Агрохімія і ґрунтознавство. Харків. 2020. № 2. С. 15–21.

39. 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.

40. Поліщук А. В. Вплив сидеральних парів на родючість ґрунту і врожайність пшениці озимої. Сільськогосподарська наука. Київ. 2019. № 11. С. 14–19.

41. 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.

42. 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.

43. 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.

44. Рибка В. С. Компанієць В. О., Кулик А. О., Горбатенко А. І., Горобець А. Г., Цилюрик О. І. Обробіток ґрунту та його вплив на ефективність виробництва озимої пшениці в паровому полі Степу України. Бюлетень Інституту зернового господарства. Дніпропетровськ, 2008. № 35. С. 34–39.

45. Рослинництво: Підручник. [В.В. Базалій, О.І. Зінченко, Ю.О. Лавриненко, В.Н. Салатенко, С.В. Коковіхін, Є.О. Домарацький]. Херсон: Грінь Д.С., 2015. 520 с.

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

47. Сайко В.Ф. Проблема забезпечення ґрунтів органічною речовиною. Вісник аграрної науки. 2003. № 5. С. 5–8.

48. 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.

49. Сидоренко Ю. В. Агротехнічні заходи оптимізації структури посівів і їх вплив на врожайність пшениці озимої. Землеробство. Дніпро. 2018. № 5. С. 23–27.

50. 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.

51. Солодушко М.М. Ефективність рістрегулюючих речовин та мікродобрив при вирощуванні пшениці озимої в зоні Північного Степу. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони України НААН. 2016. № 10. С. 73–78.

52. Тараріко Ю.О., Личук Г.І. Стимулятори росту рослин у системі органічного землеробства. Вісник аграрної науки. 2014. № 5. С. 11–15.

53. Ткаченко В. М. Вирощування пшениці озимої залежно від систем удобрення і попередників у зоні Степу. Вісник Харківського національного аграрного університету. Харків. 2020. № 1. С. 8–13.

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

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

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

57. Чайковська Л.О., Баранська М.І, Овсієнко О.Л. та ін. Регулювання активності мікрофлори чорнозему південного в ризосфері озимої пшениці за впливу фосфатмобілізуєчих бактерій. Науковий вісник НУБіП. К., 2009. Вип. 140. С. 110–115.

58. 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.

59. Шевченко А.О. Регулятори росту в рослинництві – ефективний елемент сільськогосподарських технологій. Стан та перспективи. Регулятори росту у землеробстві. Зб. наук. праць. К. 1999. С. 8–14.

60. 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.

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

62. 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.

63. Achankeng E., Cornelis W. Conservation tillage effects on European crop yields: A meta-analysis. *Field Crops Research*. 2023. 298(3), 108967.

64. Chushkina I., Hapich H., Matukhno O., Pavlychenko A., Kovalenko V., Sherstiuk Y., Loss of small rivers across the steppe: Climate change or the hand of man. Case study of the Chaplynka River. *International Journal of Environmental Studies*, 2024. 81(2), 1–15.

65. Schelegel A.I. Long – term tillage on yeelol and yield and water use of grain sorghum and winter wheat / A.I.Schegel, Y. Assefa, C.R. Thompson // *Agronomy Journal*, 2018, Vol. 110. №1. P. 269–280.

66. 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.

67. Vencovski R., Crossa J. Measurements of representativeness used in genetic resources conservation and plant breeding. / R. Vencovski, J. Crossa // *Crop Sci.* 2003. Vol. 43(6). P. 1912–1921.

68. Waines J.G. Domestication and Crop Physiology: Roots of Green Revolution Wheat / J.G. Waines, B. Ehdaie // *Ann. Of Botany.* 2007. Vol. 100, №5. P. 991–998.