

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

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

«Допускається до захисту»
Завідувач кафедри рослинництва
д.с.-г.н., професор Олександр ЦИЛЮРИК
_____ 2025 р.
“ _____ ” _____

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на здобуття освітнього ступеня «Магістр» на тему:
ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА
УРОЖАЙНІСТЬ ГРЕЧКИ В УМОВАХ ФЕРМЕРСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА «ОЛЕКСАНДР» ДНІПРОВСЬКОГО
РАЙОНУ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Здобувач _____ Олексій БУТ

Керівник кваліфікаційної роботи,
доцент _____ Анна ГОТВЯНСЬКА

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

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри рослинництва
д.с.-г.н., професор Олександр ЦИЛЮРИК

(підпис)

“ _____ ” _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

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

Бут Олексія Сергійовича

1. Тема роботи: Вплив елементів технології вирощування на урожайність гречки в умовах фермерського господарства «Олександр» Дніпровського району Дніпропетровської області

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

3. Вихідні дані для роботи:

- с.-г. підприємство – **фермерське господарство «Олександр»**
- сільськогосподарська культура – **гречка**

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їй належить розробити) Оцінити вплив системи основного обробітку та норми висіву на щільність складення орного шару у ключові фази вегетації; простежити динаміку запасів продуктивної вологи у метровому шарі; визначити забур'яненість за чисельністю і біомасою; встановити польову схожість і фактичну густоту стояння; змодельовати реакцію біометричних показників (висота, площа листків, суха надземна біомаса) у фазах цвітіння та дозрівання; оцінити урожайність і виконати економічну інтерпретацію результатів з визначенням робочого оптимуму густоти для різних систем обробітку.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) книга історії полів, генеральний план земельних ресурсів фермерського господарства.

6. Дата видачі завдання: _____

Керівник
кваліфікаційної роботи

_____ Анна ГОТВЯНСЬКА
(підпис)

Завдання прийняв
до виконання

_____ Олексій БУТ
(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

_____ Олексій БУТ
(підпис)

Керівник
кваліфікаційної роботи

_____ Анна ГОТВЯНСЬКА
(підпис)

ЗМІСТ

	стр.
РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ДОСЛІДЖЕНЬ ІЗ ФОРМУВАННЯ ТА ПІДВИЩЕННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ПОСІВІВ ГРЕЧКИ (огляд літератури)	9
1.1. Біологічні, морфологічні, господарські та сортові особливості гречки	9
1.2. Агроєкологічні вимоги гречки та місце в сівозміні	12
1.3. Елементи технології: строк сівби, норма та густина, просторове розміщення й живлення	13
1.4. Обробіток ґрунту, вологозбереження та інтегрований контроль бур'янів	15
РОЗДІЛ 2. УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	17
2.1. Ґрунтово-екологічна характеристика зони досліджень	17
2.2. Агрокліматична характеристика зони досліджень	19
2.3. Метеорологічні умови проведення досліджень	21
2.4. Схеми польових дослідів	24
2.5. Методика проведення досліджень	25
2.6. Агротехніка гречки у досліді	28
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	30
3.1. Динаміка щільності складення орного шару чорнозему звичайного у посівах гречки залежно від системи основного обробітку та норми висіву	30
3.2. Формування водного режиму ґрунту і водоспоживання рослин гречки за різних способів обробітку ґрунту та норм сівби	33
3.3. Забур'яненість агроценозів гречки у фазу цвітіння залежно від системи основного обробітку ґрунту та норми висіву	36
3.4. Вплив способів основного обробітку ґрунту та норм сівби на формування густоти рослин у посівах гречки	39
3.5. Формування біометричних параметрів посівів гречки залежно від системи основного обробітку ґрунту та норми висіву	41

3.6. Урожайність гречки залежно від способу основного обробітку ґрунту та норми висіву	44
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ	46
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ	49
5.1. Дослідження стану охорони праці в фермерському господарстві	49
5.2. Аналіз виробничого травматизму в фермерському господарстві	49
5.3. Вимоги охорони праці під час перемішування, заправки та внесення пестицидів	51
5.4. Заходи з покращення стану охорони праці в фермерському господарстві	55
ВИСНОВКИ	60
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	62
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	63

РЕФЕРАТ

Тема кваліфікаційної роботи. Вплив елементів технології вирощування на урожайність гречки в умовах фермерського господарства «Олександр» Дніпровського району Дніпропетровської області

Об'єкт вивчення. Формування врожайності гречки залежно від норми і способів сівби.

Об'єкт вивчення. Процес формування агроценоз гречки на чорноземі звичайному Північного Степу за варіювання способу основного обробітку ґрунту та норми висіву.

Предмет дослідження. Фізичний стан посівного шару, водний режим профілю, забур'яненість, показники формування посіву, біометричні параметри, урожайність і економічні індикатори ефективності як результат взаємодії системи обробітку та густоти.

Наукова новизна досліджень. Сформовано практичні регламенти щодо вибору системи основного обробітку та норми висіву для умов ФГ «Олександр» і споріднених господарств Північного Степу: впровадження комбінованого обробітку в поєднанні з густотою 2,5–3,0 млн схожих насінин/га забезпечує водоощадний режим посівного шару, керований тіньовий екран посіву, зниження біомаси бур'янів, підвищену стійкість листового апарату у другій половині вегетації та зростання економічної віддачі за рахунок нижчої собівартості й вищого прибутку.

Кваліфікаційна робота складається із вступу, 5 розділів, висновків і пропозицій виробництву, списку використаних літературних джерел. Загальний обсяг роботи 70 сторінок комп'ютерного тексту, включаючи 11 таблиць. Список використаних джерел складається з 76 найменувань.

Ключові слова: ГРЕЧКА, АГРОТЕХНІКА, ВИРОЩУВАННЯ, ВРОЖАЙНІСТЬ, ПРОДУКТИВНІСТЬ

ВСТУП

Актуальність теми. Гречка у Північному Степу України працює на межі водного та термічного стресів, а її продуктивність і товарні показники значною мірою визначаються поєднанням способу основного обробітку ґрунту та густоти стояння. За умов хронічного дефіциту продуктивної вологи, високої амплітуди температур і ризику кіркоутворення саме технологічні рішення, що формують водоощадний посівний шар і керовану архітектоніку стеблостою, стають ключовими для стабілізації зав'язування у фазу масового цвітіння, підвищення маси 1000 зерен і зниження собівартості. Поглиблене дослідження взаємодії системи основного обробітку та норми висіву на чорноземах звичайних є науково й практично актуальним, оскільки дозволяє одночасно оптимізувати ґрунтовий режим, біометрію посіву, рівень забур'яненості та економічну віддачу культури.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження узгоджене з пріоритетами ресурсозберігального землеробства та адаптації технологій до посушливих умов Степу, виконувалося у руслі кафедральних тематик із підвищення ефективності польових культур на чорноземах звичайних і відповідає завданням прикладних робіт для господарств регіону щодо зниження ризиків водного стресу та економічних втрат у критичні фенологічні фази гречки.

Мета. Науково обґрунтувати параметри системи основного обробітку ґрунту та норми висіву, які забезпечують оптимальний ґрунтовий режим, керовану густоту стояння, збалансовані біометричні показники, стабільне зав'язування в умовах теплово-водного дефіциту і, як наслідок, максимізацію урожайності та рентабельності вирощування гречки на чорноземі звичайному Північного Степу.

Завдання. Оцінити вплив системи основного обробітку та норми висіву на щільність складення орного шару у ключові фази вегетації; простежити динаміку запасів продуктивної вологи у метровому шарі; визначити

забур'яненість за чисельністю і біомасою; встановити польову схожість і фактичну густоту стояння; змодельовати реакцію біометричних показників (висота, площа листків, суха надземна біомаса) у фазах цвітіння та дозрівання; оцінити урожайність і виконати економічну інтерпретацію результатів з визначенням робочого оптимуму густоти для різних систем обробітку.

Об'єкт вивчення. Процес формування агроценоз гречки на чорноземі звичайному Північного Степу за варіювання способу основного обробітку ґрунту та норми висіву.

Предмет дослідження. Фізичний стан посівного шару, водний режим профілю, забур'яненість, показники формування посіву, біометричні параметри, урожайність і економічні індикатори ефективності як результат взаємодії системи обробітку та густоти.

Методи дослідження. Польовий двофакторний експеримент у рендомізованих блоках з чотириразовою повторністю; визначення щільності ґрунту ріжучим кільцем, запасів продуктивної вологи термостатно-ваговим методом до 1,0 м; кількісно-ваговий облік забур'яненості; фенологічні спостереження; облік польової схожості та передзбиральної густоти; біометрія й листкова поверхня методом висічок; визначення сухої надземної біомаси; суцільний облік урожайності з перерахунком до стандартної вологості; економічні розрахунки собівартості, прибутку та рентабельності; статистична обробка даних методом дисперсійного аналізу з оцінкою HP_{05} , кореляційно-регресійний аналіз для зв'язків «елементи структури – урожайність».

Наукова новизна досліджень. Вперше для чорнозему звичайного Північного Степу у єдиному сезоні експериментально показано стійку перевагу комбінованої системи основного обробітку в підтриманні нижчої об'ємної маси орного шару на всіх етапах вегетації та в акумуляції продуктивної вологи у критичні фази бутонізації–цвітіння; кількісно окреслено «плато» урожайної відповіді в діапазоні 2,5–3,0 млн схожих насінин/га і доведено, що за цього коридору забезпечуються найкращі співвідношення площі листків, її збереженості до дозрівання та приросту сухої

надземної біомаси; встановлено, що мульчувальний ефект комбінованого обробітку трансформує структуру бур'янового ценозу, різко зменшуючи повітряно-суху масу за близьких рівнів чисельності, що є критично важливим для ресурсної конкуренції на цвітінні.

Практична цінність отриманих результатів. Сформовано практичні регламенти щодо вибору системи основного обробітку та норми висіву для умов ФГ «Олександр» і споріднених господарств Північного Степу: впровадження комбінованого обробітку в поєднанні з густиною 2,5–3,0 млн схожих насінин/га забезпечує водоощадний режим посівного шару, керований тіньовий екран посіву, зниження біомаси бур'янів, підвищену стійкість листкового апарату у другій половині вегетації та зростання економічної віддачі за рахунок нижчої собівартості й вищого прибутку.

Особистий внесок. Автором сформульовано мету та завдання, розроблено програму й схему досліджу, організовано та виконано польові й лабораторні визначення, здійснено статистичну та економічну обробку даних, інтегральну інтерпретацію результатів, підготовлено текстові матеріали розділів, висновки та практичні рекомендації.

Апробація результатів кваліфікаційної роботи. Основні положення дослідження доповідалися та обговорювалися на засіданнях кафедри, науково-практичних семінарах базового господарства та у внутрішньокафедральних методичних колоквіумах; окремі матеріали використано у навчально-методичному супроводі дисциплін зі спеціальності «Агрономія».

Структура і обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається із вступу, 7 розділів, висновків і пропозицій виробництву, списку використаних літературних джерел. Загальний обсяг роботи 70 сторінок комп'ютерного тексту, включаючи 11 таблиць. Список використаних джерел складається з 76 найменувань.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ДОСЛІДЖЕНЬ ІЗ ФОРМУВАННЯ ТА ПІДВИЩЕННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ПОСІВІВ ГРЕЧКИ (огляд літератури)

Розділ узагальнює наукові підходи до підвищення продуктивності гречки в умовах Степу, де врожайність обмежується поєднанням теплового стресу, дефіциту вологи та чутливістю культури до запилення. Огляд структуровано за логікою «від біології до технології»: спершу висвітлено біологічні, морфологічні, господарські й сортові особливості культури як основу для коректного добору агроприймів; далі проаналізовано агроекологічні вимоги та місце гречки в сівозміні з урахуванням ґрунтово-кліматичних ризиків регіону; завершально розглянуто ключові елементи технології – строк сівби, норму та просторове розміщення рослин, систему живлення, обробіток ґрунту, вологозбереження й інтегрований контроль бур'янів.

1.1. Біологічні, морфологічні, господарські та сортові особливості гречки

Гречка (*Fagopyrum esculentum Moench*) однорічна круп'яна культура короткого дня, біологічний цикл якої вирізняється тривалим періодом бутонізації–цвітіння та індетермінованим наростанням вегетативної маси. Найвища чутливість до абіотичних стресів припадає саме на фазу масового цвітіння, коли поєднання високих температур і дефіциту продуктивної вологи різко зменшує відсоток зав'язування, що є ключовою причиною коливань урожайності в посушливих регіонах Степу [25, 57]. Насіння проростає в добре структурованому дрібногрудочкуватому посівному шарі, оптимальні умови становлять помірне тепло і стабільна волога у верхніх 0–5 см, тоді як надлишкове загортання або кіркоутворення затягують і зріджують сходи [25, 8]. Коренева система стрижнева з розвиненою сіткою тонких бічних коренів,

основний об'єм кореневої маси локалізується у шарі 0–30(40) см, тому культура гостро реагує на ущільнення підорного горизонту та швидко відгукується на коливання вологості поверхневого шару [49, 9].

Квітки гречки диморфні, переважно перехреснозапильні, з виразною роллю комах-запилювачів, насамперед бджіл. Виробнича практика показує, що забезпечення опилення на масовому цвітінні додає відсоток зав'язі та стабілізує врожай навіть без підвищення азотного фону, що особливо важливо у степових умовах із частими суховіями [6, 25]. У фотосинтетичному відношенні культура ефективно використовує ранкові й вечірні години з помірною температурою і достатньою відносною вологістю повітря, тоді як перегрів листкового апарату у полуденні години знижує чисту асиміляцію, що потребує технологій, спрямованих на збереження вологи та обмеження температурних піків у посівному шарі [57, 52].

Морфологічно рослина формує розгалужене стебло висотою від середньорослих до високорослих типів залежно від сорту, густоти стояння і забезпеченості водою. Листки серцеподібні, асиміляційна поверхня швидко наростає до початку масового цвітіння, після чого підтримується за рахунок постійного утворення нових генеративних пагонів. Суцвіття – волоть із поступовим розкриттям і цвітінням, що зумовлює розтягнутість наливу і неоднорідність досягання зерна. Саме індетермінований характер росту пояснює вимоги до збиральної стиглості – надмірне затримання зі збиранням провокує осипання перших зав'язей і втрати, тоді як занадто раннє збирання зменшує вихід кондиційної крупи [25, 6]. Анатомічні ознаки стебла і міжвузлів зумовлюють схильність до вилягання за надмірної густоти та високого азотного фону, тому сортова стійкість до вилягання і правильне дозування N є визначальними елементами технології [25, 66].

У господарсько-ціннісному аспекті гречка – базова круп'яна культура та водночас високопродуктивний медонос із концентрованим пилюкотоутворенням упродовж масового цвітіння. Технологічні показники формуються балансом трьох компонентів структури урожаю – густоти продуктивних рослин,

озерненості суцвіть і маси 1000 зерен. На відміну від зернових колосових, для гречки характерна сильна реакція на мікроклімат у період опилення, тому складові врожаю тісно корелюють із погодою і режимом вологи саме в цей часовий інтервал [3, 25]. Досліди з варіюванням густоти стояння та азотного режиму показують, що підвищення густоти понад оптимум на фоні обмеженої вологи зменшує озерненість і M1000 через посилену конкуренцію за світло і воду, тоді як помірна густота в поєднанні з обмеженим азотним живленням підтримує фотосинтетичні параметри листків без провокації вилягання та «ожиріння» стеблостою [5, 8]. Азотні добрива мають найвищу віддачу до бутонізації – пізні підживлення у спеку рідко трансформуються в зерно, натомість підвищують ризики вилягання та стерильності квіток; пріоритет слід віддавати фосфорно-калійному живленню як фактору витривалості до стресів і ефективнішого використання вологи [66, 25].

Ґрунтово-екологічні вимоги зумовлюють вибір полів зі структурними чорноземами нейтральної або слабкокислої реакції, без солонцюватості й підтягування карбонатів у верхній шар. На таких ґрунтах коренева система краще розвивається у межах 0–30 см і забезпечує швидке засвоєння вологи після дощів. Плужна підшва або глибоке ущільнення різко обмежують проникнення коренів і роблять посів залежним від короточасних опадів, що небезпечно в умовах Степу [49, 9]. Як культура-«санітар» гречка ефективно пригнічує пізні хвилі бур'янів завдяки швидкому зімканню рядків і алелопатії, але сама чутлива на старті, тож агротехнічний контроль бур'янів до сівби та в ранні фази розвитку – критично важливий елемент технології [41, 33].

Сортові особливості визначають архітектуру рослин, темпи розвитку, стійкість до вилягання та посухостійкість. Серед сучасних сортів наявна значна мінливість за тривалістю вегетаційного періоду, висотою рослин, інтенсивністю галушення і технологічною придатністю до механізованого збирання. В умовах Лісостепу та Північного Степу найбільш адаптивними виявляються сорти середньостиглі з помірним галушенням, підвищеною стійкістю до вилягання та здатністю формувати врожай у роки з аномально

спекотним цвітінням за рахунок вищої реалізації зав'язі [20, 3]. При доборі сорту до конкретного поля враховують тип ґрунту, історію забур'янення, доступність поливів або накопиченої зимово-весняної вологи та можливості забезпечення опилення – сорт із кращою зав'яззю на фоні активного бджололїта часто переважає за врожайністю навіть при нижчому генетичному потенціалі маси 1000 зерен [6, 20].

Узагальнюючи, біологія гречки диктує три стратегічні пріоритети технології: збереження продуктивної вологи у верхніх горизонтах і уникнення ущільнення, забезпечення стабільного опилення у період масового цвітіння та стриманий азотний режим із акцентом на фосфор і калій. Реалізація цих принципів у поєднанні з адаптованими сортами та вчасним захистом від бур'янів дає змогу згладити погодні мінливості і підвищити стабільність урожайності та круп'яної якості в умовах Дніпропетровського регіону [25, 49].

1.2. Агроекологічні вимоги гречки та місце в сівозміні

Гречка як культура короткого дня формує врожай лише за збігу трьох екологічних умов – помірного теплового режиму, надійної доступності вологи у верхніх 0–30 см та стабільної активності запилювачів у період масового цвітіння. У Північному Степу критичним є інтервал від бутонізації до початку наливу, коли поєднання температур понад 30–32 °С із суховійними вітрами різко зменшує відсоток зав'язування й майбутню масу тисячі зерен; у цей час навіть короткі дощі, що відновлюють вологість посівного шару, здатні компенсувати стрес, тоді як перезволоження на важких фаціях призводить до гіпоксії коренів і осипання квіток [11, 57, 25]. Культура добре адаптується до нейтральних і слабкокислих чорноземів з водотривкою структурою, успішно використовує важкодоступні фосфати завдяки органічним кислотам корневих виділень, однак чутлива до карбонатності верхнього горизонту, ущільнення підорного шару та засолення, що обмежує глибину проникнення стрижневого кореня і підсилює дефіцит вологи у фазах формування врожаю [49, 66, 9]. Біологічна залежність від комах-запилювачів зумовлює пряму

агроекологічну вимогу – наявність бджолосімей у зоні посівів і погоднокліматичні умови, що не стримують льоту бджіл; на практиці розміщення 2–3 сімей на гектар у період цвітіння підвищує відсоток зав'язування та стабілізує врожайність не гірше, ніж додаткові азотні підживлення в стресові тижні [6, 25]. У структурі сівозмін гречка виступає як культура-«санітар», що добре пригнічує пізні хвилі бур'янів завдяки швидкому зімканню міжрядь і алелопатичній активності, тому ефективні попередники – зернобобові, ріпак, ранні зернові, сидеральні пари; небажані – просапні з високим спадком гербіцидних залишків і культури, після яких формується щільний плужний прошарок. Важливо враховувати післядію сульфонілсечовин і інших тривалодіючих препаратів – навіть сублетальні концентрації в сухому профілі можуть уповільнювати старт гречки та підвищувати стерильність квіток у спеку, тому вибір схеми захисту попередника узгоджують із чинним Переліком і регламентами для наступної культури [33, 8]. З огляду на кліматичні тренди до потепління та літні посухи в регіоні, агроекологічна стратегія має зводитися до збереження зімкнутого мульчувального екрану на поверхні, уникнення весняного пересушення верхніх сантиметрів і синхронізації строку сівби з «вікном» помірних температур цвітіння – таке узгодження середовища й біології культури забезпечує вищий відсоток зав'язі, рівномірніший налив і кращі показники круп'яної якості [2, 57, 52].

1.3. Елементи технології: строк сівби, норма та густина, просторове розміщення й живлення

Умовою надійних сходів є сівба у фізично стиглий, дрібногрудочкуватий шар за прогрівання 0–5 см до 10–12 °С із наявною продуктивною вологою; ранній посів у холодний ґрунт затягує появу сходів, посилює ураження ґрунтовими патогенами і відкриває «вікно» бур'янам, тоді як пізній переносить цвітіння на пік спеки, коли пилок втрачає життєздатність і бджоли зменшують активність [8, 25]. Оптимальна кінцева густина стояння на богарі для вузькорядних посівів зазвичай 1,2–1,8 млн рослин/га і має

коригуватися масою тисячі насінин, лабораторною схожістю, очікуваною польовою схожістю та потенційними втратами від ґрунтової кірки; орієнтація на «запас» насіння за нестійкої вологи призводить до надмірного загущення, підвищення конкурентної напруги за світло й воду, зменшення озерненості й М1000 та зростання ризику вилягання у вологі періоди [6, 8]. Просторове розміщення визначають цілями технології: при міжряддях 12–15 см швидше формується тіньовий екран і пригнічуються бур'яни, що вигідно на полях із середнім забур'яненням; у розширених міжряддях 30–45 см доцільні сорти з активнішим гілкуванням, можливість ранніх міжрядних розпушень для контролю кірки та регулювання випаровування, але з підвищеними вимогами до рівня базової чистоти поля. Глибина загортання 3–5 см має бути стабільною по всьому полю – у сухий рік доречно коткування для поліпшення капілярного підняття, тоді як у перезволожених умовах коткування відтермінують, аби не спровокувати замазування та кірку [9, 52]. Система живлення спирається на аналіз ґрунту та баланс елементів: фосфор і калій забезпечують енергію коренеутворення, стійкість до стресів і краще використання вологи, азот застосовують стримано – здебільшого 20–40 кг N/га з урахуванням попередника і запасів у ґрунті, розподіляючи на старт або в ранні фази до бутонізації; перевищення доз на тлі дефіциту вологи провокує «ожиріння» стеблостою, вилягання і зниження відсотка зав'язування [66, 25]. Дослідження з моделюванням густоти й азотного режиму підтверджують, що поєднання оптимальної густоти з помірним N покращує фотосинтетичну активність листового апарату й ресурсокористування без негативного впливу на зав'язування у спеку, тоді як подальше підвищення норм N не конвертується в урожай зерна через обмеження запилення і наливу [5]. У мікроживленні акцентують бор як елемент, що підтримує життєздатність пилку і ріст пилкової трубки; позакореневе внесення борвмісних препаратів у передбутонізаційну–ранньобутонізаційну фази підвищує частку зав'язі, особливо на карбонатних чорноземах, де бор малодоступний, але дози й концентрації узгоджують із регламентами та погодними ризиками, уникаючи

робіт у спекотні години [66, 33]. Хімічний захист у гречки має бути мінімально достатнім і обов'язково сумісним з опилуванням: інсектицидні обробки в період масового льоту бджіл виключають, гербіциди планують під допосівну чи досходову схему, враховуючи чутливість культури й післядію для культур-послідовників; де можливо, доцільна агротехнічна стратегія «стале-сідбед» зі знищенням першої хвилі сходів бур'янів до сівби [33, 2].

1.4. Обробіток ґрунту, вологозбереження та інтегрований контроль бур'янів

Ключовою метою системи обробітку під гречку в умовах ФГ «Олександр» є збереження запаси продуктивної вологи у верхніх горизонтах і підтримання водотривкої, дрібногрудочкуватої структури посівного шару. На важкосуглинкових чорноземах із лесоподібними суглинками ефективними є щадні схеми – мілкий або комбінований основний обробіток, смугове розпушення, плоскорізні системи – з максимальним залишенням пожнивних решток на поверхні, що зменшує випаровування, підвищує інфільтрацію дощів і знижує амплітуду добових температур у верхніх 5–7 см [9, 56, 58]. При переході до мінімального чи нульового обробітку особливо важливими стають контроль забур'яненості, відсутність плужної підшви та вирівняність мікрорельєфу; польові спостереження і виробничі дані свідчать, що за правильно вибудованої системи захисту і збалансованого живлення врожайність гречки не поступається оранці, а в посушливі роки навіть переважає її завдяки кращому збереженню вологи і слабшому перегріву посівного шару [2, 15, 41, 59]. Там, де історично сформувалась ущільнена підшва, доцільні періодичні глибокорозпушення в міжсезоння з поверненням до мілких операцій у передпосівний період – така «імпульсна» стратегія руйнує гідравлічний бар'єр для коренів і води, але не розкриває профіль надмірно, аби не втратити мульчу й вологу [52, 49]. Передпосівний блок має на меті делікатне формування насінневого ложа без розпилення й замазування: одна позакоренева культивація у фізично стиглий ґрунт з наступним

коткуванням за потреби створює рівномірну глибину загортання і надійний контакт насіння з вологою; надлишок передпосівних проходів у Степу майже завжди «з'їдає» вологу і погіршує старт [9, 56].

Інтегрована програма боротьби з бур'янами поєднує агротехнічні та хімічні рішення. Вибір попередника з низьким насінневим банком, своєчасне лущення стерні, сталесідбед із ліквідацією першої хвилі проростання, оптимальна густина і строк сівби, що швидко закривають міжряддя, зменшують «трансляцію» бур'янового тиску на критичні фази культури. Де дозволяє регламент, ефективні допосівні або досходові гербіцидні прийоми з суворим дотриманням строків і норм, а в широкорядних посівах – ранні міжрядні розпушення з підрізанням ниткоподібних сходів бур'янів; усі рішення зв'язують із Переліком і з урахуванням післядії для наступних культур, оскільки гречка особливо чутлива до деяких залишків ґрунтових препаратів [33, 41]. У протиерозійному вимірі мульча з попередника разом зі стриманою механічною мобілізацією верхнього горизонту зменшує ризик вітрової ерозії та пилових бур, що актуально для весняного періоду у Дніпровському районі; повернення соломи після збирання підвищує вміст органічної речовини та буферні властивості верхнього шару, що позитивно впливає на водний режим і стійкість до кіркоутворення у наступному сезоні [58, 54, 49]. У підсумку найстабільніший технологічний результат у нашій зоні досягається конфігурацією «мінімізація основного обробітку – мульчування – делікатний передпосівний прохід – контроль бур'янів до сівби та ранніх фаз» із чітким узгодженням строку сівби під «вікно» середніх температур; така система узгоджує потребу гречки в поверхневій волозі, біологічну залежність від опилення та ризику степових посух, забезпечуючи водночас нижчу енергоємність і кращу економіку в розрахунку на тону круп'яного зерна [56, 2, 59].

РОЗДІЛ 2

УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ґрунтово-екологічна характеристика зони досліджень

Фермерське господарство «Олександр» розташоване в межах Дніпровського району Дніпропетровської області, Північний Степ України. Рельєф переважно слабохвилястий лесовий, абсолютні відмітки 70–160 м над рівнем моря, із пологими схилами 1–3 % та локальними балковими формами. Клімат помірно континентальний із спекотним, здебільшого посушливим літом і відносно м'якою малосніжною зимою. Середня багаторічна річна температура 8,5–9,5 °С; середні температури січня –3...–5 °С, липня 21–23 °С. Річна сума опадів за нормою 400–500 мм, з них 65–70 % припадає на теплий період. Тривалість вегетаційного періоду з $t > 5$ °С становить 210–225 днів, із $t > 10$ °С – 180–200 днів; сума активних температур понад 10 °С зазвичай 3200–3500 °С. Повторюваність ґрунтових і атмосферних посух висока, суховії та пилові бурі можливі в травні–серпні. Орієнтовний гідротермічний коефіцієнт у ключовий для гречки відрізок травень–серпень коливається в межах 0,6–0,9 і часто опускається нижче 0,7 у найбільш посушливі роки, що свідчить про ризикований режим зволоження під час цвітіння й наливу.

Основний тип ґрунтів – чорноземи звичайні на лесоподібних суглинках, локально – їхні еродовані відміни на схилах і змиті варіанти у верхніх частинах балок; на терасах можливі вкраплення лучно-чорноземних і темно-каштанових ґрунтів у пониженнях. Морфологічно для чорноземів характерний потужний гумусовий профіль: орний та підорний горизонти сумарною потужністю 35–45 см з грудочкувато-зернистою структурою, далі перехідний гумусовий шар до 70–90 см, нижче – карбонатні горизонти зі світлими «нитками» та конкреціями CaCO_3 . Структура водотривка, пористість висока, водопроникність добра у фізично стиглому стані. Генетично ґрунти сформовані під зональною типчакково-ковиловою рослинністю на лесовому

пилувато-середньосуглинковому делювіальному матеріалі за умов періодично промивного водного режиму.

В орному шарі вміст гумусу зазвичай 3,5–4,5 %, із поступовим зменшенням до 1,5–2,0 % на глибині 80–100 см. Реакція ґрунтового розчину нейтральна або слабколужна: рН(Н₂О) 6,6–7,3, що оптимально для засвоєння більшості елементів живлення гречки. Забезпеченість рухомими формами фосфору й калію переважно середня–висока: за методом Чирикова Р₂О₅ 110–180 мг/кг, К₂О 100–160 мг/кг; мінеральний азот навесні найчастіше на рівні середнього забезпечення. Ємність катіонного обміну 25–35 смоль(+)/кг, насиченість основами понад 80 %, у складі вбирного комплексу домінують Са²⁺ і Mg²⁺. За гранулометриєю ґрунти середньо- до важкосуглинкових відмін із високою часткою пилуватої фракції, що обумовлює здатність утримувати вологу й поживні речовини, але водночас схильність до кіркоутворення за швидкого підсушування поверхні.

Базова родючість чорноземів звичайних висока завдяки значним запасам гумусу, нейтральній реакції та високій буферності, що створює сприятливий потенціал під польові культури, у тому числі гречку. Головні екологічні обмеження – дефіцит ефективної води в травні–серпні, суховії, утворення поверхневої кірки на дрібногрудочкуватих посівних горизонтах, періодичне ущільнення підорного шару за інтенсивного колісного навантаження, локальні прояви водної та вітрової ерозії на схилах, карбонатність і фіксація фосфору у нижніх горизонтах, а також можливий латентний дефіцит бору на карбонатних фаціях. Для гречки, як культури з поверхневою кореневою системою та чутливої до стресів у період цвітіння, зона загалом придатна за умови адаптованої технології: без надлишкового азотного живлення, з вологозберігальним передпосівним обробітком, сівбою у фізично стиглий ґрунт, стабільним забезпеченням фосфором і калієм, контролем ущільнення та організацією запилення під час масового цвітіння. На схилах доцільні протиерозійні елементи – контурна сівба, утримання рослинних решток, мульчування; на полях із ризиком кіркоутворення – коткування легкими

котками відразу після сівби для кращого контакту насіння з ґрунтом і збереження вологи, із подальшим розпушенням кірки ротаційними мотиками при потребі. Загалом ґрунтово-екологічні умови Дніпровського району забезпечують високу агровиробничу придатність під гречку за дотримання строків сівби з урахуванням ризику приморозків і організації запилення та вологозбереження у фазах бутонізації–цвітіння.

2.2. Агрокліматична характеристика зони досліджень

Дослідження виконують у межах ФГ «Олександр» Дніпровського району Дніпропетровської області, що належить до Північного Степу України. Рельєф – слабкохвиляста лесова рівнина із абсолютними висотами переважно 120–180 м. Клімат помірно континентальний, з малосніжною, відносно м'якою зимою та спекотним, сухим літом. Річна сонячна радіація висока, тривалість сонячного саява становить орієнтовно 2100–2300 год/рік. Вологозабезпечення загалом недостатнє, зі стійким літнім дефіцитом опадів і частими суховіями.

Середньорічна температура повітря становить близько 8,5–9,2 °С. Середньомісячні значення: січень –1...–2 °С, лютий 0...–1 °С, березень 4–5 °С, квітень 11–12 °С, травень 16–17 °С, червень 20–21 °С, липень 23–24 °С, серпень 21–22 °С, вересень 15–16 °С, жовтень 11–12 °С, листопад 5–6 °С, грудень 1–2 °С. Абсолютні мінімуми сягають –28...–32 °С, абсолютні максимуми 38–41 °С. Період із середньодобовою температурою вище 5 °С триває орієнтовно 210–220 діб, сума активних температур вище 10 °С – 3400–3600 °С. Для сільськогосподарських культур критичні ризики – пізні весняні заморозки до –1...–3 °С можливі до кінця квітня – початку травня та короткочасні спекотні хвилі в червні–липні з температурами понад 30–32 °С у денні години. Для гречки найбільш сприятливий температурний інтервал у фазу масового цвітіння – 16–25 °С; перевищення 30–32 °С у поєднанні з низькою вологістю повітря знижує життєздатність пилку й частку зав'язі.

Середньорічна кількість опадів зазвичай 380–500 мм, з яких 65–70 % випадає у теплий період. Розподіл нерівномірний: квітень 30–40 мм, травень

45–55 мм, червень 40–50 мм, липень 35–45 мм, серпень часто сухий 15–25 мм, вересень 10–20 мм; жовтень додає ще 20–30 мм. У вегетаційний період формується стійкий дефіцит вологи в орному шарі, особливо в червні–липні. Гідротермічний коефіцієнт (Селянинова) у травні–серпні зазвичай 0,45–0,70, для квітня–вересня 0,65–0,85, що характеризує умови як недостатньо зволожені. Критичні для гречки фази – бутонізація та масове цвітіння – часто припадають на інтервал із ГТК < 0,6, коли навіть короткі дощі 8–15 мм істотно покращують зав’язування, а тривалі бездощів’я зумовлюють зменшення маси 1000 зерен і натури.

Переважаючі напрями вітру – західні та північно-західні у холодний період, східні та південно-східні у теплий. Середня швидкість упродовж року 3–5 м/с, із частими поривами 10–15 м/с під час суховіїв і грозових фронтів; у відкритих експозиціях можливі короточасні 18–20 м/с. Вітри посилюють випаровування з поверхні ґрунту на 15–30 %, провокують кіркоутворення на важких лесових суглинках і підвищують ризик вітрової ерозії на щойно оброблених ділянках. Локальні мікрокліматичні особливості типові для лесової рівнини – слабкий ухил 1–3 % забезпечує нічний стік холодного повітря в пониження; у таких «холодних лощинах» можливі локальні заморозки. Лісосмуги та смуги стерні/мульчі знижують швидкість приземного вітру на підвітряній стороні на 20–40 % у межах 10–15 висот насаджень, що помітно скорочує добове випаровування.

Забезпеченість теплом висока – сума активних температур 3400–3600 °С достатня для зернових ранньої групи стиглості, просапних і круп’яних культур. Обмежувальний фактор – волога: літній дефіцит опадів і часті суховії в період колосіння–наливу або цвітіння–наливу формують стійкий водний стрес. Для гречки клімат регіону придатний за умови адаптивної технології – сівба у «вікно» помірних температур, вологозберіжний обробіток, дрібногрудочкувате посівне ложе, стабільна глибина загортання 3–5 см, мульчування поживними рештками, помірне азотне живлення з акцентом на фосфор і калій, а також позакореневе борне підживлення перед цвітінням.

Ключові ризики – весняні заморозки пізніх строків сівби, літні теплові хвилі під час масового цвітіння, зливова ерозія на відкосах після інтенсивних дощів і пилові бурі на розпиленому ґрунті. Врахування цих чинників у плануванні строків сівби та густоти стояння, підтримання мульчувального екрану й захист від ерозії забезпечують більш стабільну реалізацію зав'язі, вищу масу 1000 зерен і натурну вагу, а отже – кращу товарність урожаю гречки в умовах ФГ «Олександр».

2.3. Метеорологічні умови проведення досліджень

За даними метеостанції, репрезентативної для умов Дніпровського району, 2025 рік вирізнявся підвищеним тепловим фоном і стійким дефіцитом опадів у ключові для гречки фази бутонізації, масового цвітіння та наливу зерна. Зима була теплою й малосніжною: у січні та лютому середньодобова температура перевищувала норму на +2,8 і +5,1 °C відповідно (1,7 та 4,8 °C проти -1,1 і -0,3 °C), при цьому випало на 35 та 23 мм опадів менше від багаторічних значень. Такий перебіг сприяв слабкому снігозапасу та зниженому весняному вологозаряду орного шару. Березень виявився прохолоднішим і сухішим за норму (2,6 °C проти 4,6 °C; 33 мм проти 44 мм), що дещо уповільнило прогрівання ґрунту та старт підготовчих польових робіт у ФГ «Олександр». Квітень, навпаки, був помітно теплішим за норму (+2,9 °C) на тлі помірного дефіциту опадів (26 мм проти 35 мм). Це створило умови для раннього формування дрібногрудочкуватого насінневого ложа, однак запас продуктивної вологи в шарі 0–30 см залишався нижчим за середній. Травень виявився прохолоднішим на 1,6 °C і сухішим на 14 мм від багаторічного, що в контексті гречки важливо з огляду на терміни сівби: пізні строки могли зсунути масове цвітіння в гарячіший інтервал літа, тоді як ранні строки за недостатньої вологи ризикували нерівномірними сходами. Початок літа супроводжувався сталим потеплінням: червень і липень були теплішими за норму на +2,2 і +0,3 °C, серпень – на +0,3 °C. Опадів бракувало: у червні

випало 27 мм проти 47 мм, у липні – лише 18 мм проти 43 мм, серпень був близьким до норми (19 мм проти 17 мм).

Таблиця 1.

Середньодобова температура та опади за даними метеостанції, 2025 рік

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

Саме інтервал кінець червня – кінець липня, коли у гречки переважають фази інтенсивної бутонізації та масового цвітіння, характеризувався найжорсткішим поєднанням високих температур і низької відносної вологості повітря. У цих умовах спостерігається зменшення життєздатності пилку, скорочення активності запилювачів у полуденні години та редукція зав'язі; навіть короткі дощі 8–15 мм на тлі мульчованої поверхні істотно покращують ситуацію, тоді як безмульчеві ділянки швидко втрачають вологу через підсилене випаровування та суховії. Осінній відрізок був теплішим і посушливішим за норму: вересень +2,1 °С із 7 мм опадів проти 15 мм; жовтень

близький до температурної норми (+0,1 °C) при 19 мм опадів проти 26 мм; листопад тепліший на +2,1 °C і сухіший на 8 мм. Для середньостиглих посівів гречки це означало подовжену фазу дозрівання за відносно слабкого поповнення вологи з атмосфери; натомість там, де налив тривав у вересні, зберігався ризик формування меншої маси 1000 зерен через водний стрес. Зведені параметри сезону підтверджують аридність року. Середня температура за квітень–вересень становила 19,33 °C проти середньобагаторічних 18,3 °C. Сума опадів у цей період – 135 мм проти 209 мм, дефіцит –74 мм (близько –35 %). Розрахунковий гідротермічний коефіцієнт Селянинова для квітня–вересня склав близько 0,38 проти багаторічного ~0,62 – це відповідає умовам посухи та пояснює підвищену чутливість посівів у «вікно» бутонізації–цвітіння. У практичному вимірі для ФГ «Олександр» така погода висуває три критичні вимоги до технології.

По-перше, вологозбереження: мінімізація основного обробітку, збереження мульчі, обмеження проходів техніки до сівби, вирівняне насінневе ложе з глибиною загортання 3–5 см і, за потреби, коткування для відновлення капілярності.

По-друге, синхронізація строку сівби з імовірним «вікном» помірних температур цвітіння, аби масове квітування припало на період із денним максимумом нижче 30–32 °C і достатньою ранковою вологістю повітря.

По-третє, підтримка запилення: розміщення 2–3 бджолосімей/га на масове цвітіння, відмова від інсектицидів у світловий день, позакореневе борне підживлення у передбутонізаційний період для підвищення життєздатності пилку. За цих умов навіть у гідрологічно дефіцитний рік можливо стабілізувати відсоток зав'язі, поліпшити натуру та масу 1000 зерен.

Таким чином, сезон 2025 р. у Дніпровському районі був термічно сприятливим і водночас гідрологічно дефіцитним. Для гречки це означало підвищені ризики під час бутонізації та масового цвітіння, коли спека й сухе повітря безпосередньо зменшують відсоток зав'язування. Оптимізація строків сівби під «холодніше вікно», вологозбережні елементи обробітку, мульча та

забезпечення запилення – ключові умови, що дозволяють згладити вплив погодних аномалій і зберегти товарні показники врожаю у ФГ «Олександр».

2.4. Схеми польових дослідів

Польові випробування з удосконалення елементів технології вирощування гречки проводили у виробничих умовах фермерського господарства «Олександр» Дніпровського району Дніпропетровської області (степова зона України). Дослід організовано за стандартами польового експерименту, що забезпечує відтворюваність і коректність статистичної оцінки.

Дослід – двофакторний у рендомізованих блоках з чотириразовою повторністю.

Фактор А – спосіб основного обробітку ґрунту:

- традиційна культурна оранка;
- комбінований обробіток.

Фактор В – норма висіву гречки (схожих насінин), млн шт./га: 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0.

Комбінація факторів дає змогу одночасно оцінити, як інтенсивність механічного впливу на ґрунт та щільність стояння рослин формують елементи структури врожаю і кінцеву продуктивність на чорноземах звичайних. Розміщення варіантів – рендомізоване в межах блоків; загальна площа ділянки – 135 м², облікова – 100 м²; крайові смуги виключені з обліку для мінімізації крайового ефекту.

Облік проводили за уніфікованими протоколами: фенологія, густина стояння, елементи структури врожаю, врожайність і якісні показники зерна; додатково фіксували агрометеорологічний фон і поточний стан ґрунту в орному шарі. Статистичну обробку виконували методом дисперсійного аналізу з оцінкою істотності різниць за НІР05 та перевіркою однорідності дисперсій.

Ключове завдання – встановити оптимальну норму висіву для різних фонів основного обробітку, оскільки поєднання способу підготовки ґрунту та густоти впливає на водний режим посівного шару, конкуренцію в посівах, озерненість і масу 1000 зерен, а відтак – на стабільність і рівень урожайності.

2.5. Методика проведення досліджень

Методичні підходи адаптовано до умов фермерського господарства «Олександр» (Дніпровський район, Дніпропетровська область) і побудовано за правилами класичного польового експерименту з рендомізацією, чотириразовою повторністю та подальшою статистичною перевіркою істотності різниць. Базові регламенти спостережень та обліків узяті з чинних украї поширених методик і настанов зі статистики польового дослідження та державного сортовипробування, з подальшим уточненням під специфіку гречки [22; 24; 26; 27].

Схема дослідження та облікові площі. Варіанти факторів і повторення розміщували у рендомізованих блоках. Облікова площа ділянки – 100 м², загальна – 135 м²; крайові смуги знімали з обліку для мінімізації крайового ефекту. Усі обліки проводили на обліковій площі, зафіксованій у паспорті ділянки.

1) Фенологічні спостереження. Перебіг вегетації фіксували за методикою державного сортовипробування з використанням уніфікованих описників фаз розвитку гречки [22]. На двох несуміжних повтореннях відмічали дати: появи сходів, початку галушення, бутонізації, масового цвітіння, утворення плодів, досягання. Початок фази – 10 % рослин з типовими ознаками, повне настання – 75 % рослин.

2) Густина стояння рослин. Польову схожість та передзбиральну збереженість визначали на чотирьох постійних майданчиках площею 1 м² у кожному варіанті. Результати переводили в рослини на 1 м² та на гектар, із розрахунком середнього та стандартної похибки.

3) Забур'яненість посівів. У фазі масового цвітіння оцінювали кількісним ваговим методом на майданчиках 1 м²: враховували видовий склад і чисельність, відбирали зелений зразок бур'янів для визначення сирої та сухої маси.

4) Висота рослин і динаміка росту. На діагоналі ділянки у двох несуміжних повтореннях вимірювали 20 модельних рослин у ключові фази. За цими ж рослинами фіксували довжину головного стебла та кількість гілок першого порядку.

5) Надземна біомаса та суха речовина. У кущених, бутонізації, масовому цвітінні та на початку наливу відбирали зразки з 1 м² у чотириразовій повторності. Зелену масу зважували на полі, відбирали середню пробу й висушували у сушильній шафі до сталої маси при 65–70 °С; за різницею мас обчислювали відсоток сухої речовини [24; 26].

6) Листкова поверхня. Площу листків визначали методом висічок на 20 модельних рослинах у кожному варіанті у фазі бутонізації та масового цвітіння; за потреби обчислювали індекс листкової поверхні як відношення сумарної площі листків до площі ґрунту [24].

7) Показники фотосинтетичної діяльності. Оцінювали інтенсивність наростання листкової поверхні й тривалість її функціонування за методичними підходами лабораторії фотосинтезу – через динаміку площі листка, частку зеленого листка та швидкість сухої речовини за фазами [24].

8) Елементи структури врожаю. На 30–40 модельних рослинах у кожному варіанті визначали кількість суцвіть на рослині, озерненість суцвіття, масу зерна з рослини, масу 1000 насінин. Дані використовували для інтерпретації внеску компонентів у кінцевий урожай.

9) Щільність ґрунту. Вимірювали ріжучим кільцем об'ємом 520 см³ за Качинським у шарах 0–10; 10–20; 20–30 см у триразовій повторності. Зважування проводили в лабораторії зі зведенням до абсолютно сухої маси.

10) Гранична та найменша польова вологоємність. Визначали за стандартною лабораторно-польовою методикою на зразках недеформованої будови із наступним перерахунком у відсотках маси абсолютно сухого ґрунту.

11) Запаси продуктивної вологи. Термостатно-ваговим методом: відбір буром АМ-17 через кожні 10 см до 1,0 м у фіксовані строки – перед сівбою, на повних сходах, у бутонізацію, масове цвітіння, початок наливу та перед збиранням. Вологість визначали сушінням при 105 °С до сталої маси з подальшим перерахунком запасів, мм води на гектар [66].

12) Біологічна активність орного горизонту. Оцінювали за ступенем розкладання целюлози *in situ* (аплікаційний метод): закладали еталонні зразки на глибину 10 см, експозиція 28–30 діб, після чого визначали відсоток втрати маси.

13) Хімічні аналізи ґрунту. Змішані зразки з 5 точок облікової площі відбирали з орного шару. У зразках визначали: нітратний азот – за Грандваль–Ляжу; рухомий фосфор – за методом Мачигіна; вміст гумусу – за Тюрінім у модифікації Сімакова. Результати наводили у мг/кг та відсотках від абсолютно сухої маси [66].

14) Біологічний урожай. Відібрані чотири снопи з 1 м² у кожному повторенні очищували до стандартної чистоти та зводили вологість зерна до 14 %. За сноповими зразками визначали: кількість рослин на 1 м², висоту рослин, кількість гілок першого порядку, число суцвіть, масу зерна з рослини.

15) Якість зерна. Масу 1000 насінин, натуру, плівчастість, вихід ядра та лузги визначали за чинними національними стандартами для круп'яних культур; зразки попередньо доводили до стандартної вологості.

16) Господарський урожай. Облік – суцільним збиранням облікової площі ділянки малою зернозбиральною технікою з перерахунком до 14 % вологості та 100 % чистоти. Урожайність подавали в т/га.

17) Статистична обробка. Виконували одно- та двофакторний дисперсійний аналіз з оцінкою НІР05, перевіркою однорідності дисперсій і нормальності розподілу залишків. Додатково будували кореляційні та

регресійні моделі для зв'язку «елементи структури – урожайність». Обчислення – у STATISTICA 10; результати наводили як середнє \pm SE [26; 27].

18) Економічна та біоенергетична оцінка. Розраховували валову виручку, виробничі витрати, собівартість 1 т, умовно чистий прибуток і рівень рентабельності. Для енергетики застосовували коефіцієнти енергоємності на ресурси та енерговміст продукції з визначенням сумарних витрат енергії, енергетичного виходу та коефіцієнта енергоефективності [70–71].

Примітка щодо посилань. Нормативну частину фенології та методик у обліків узгоджено з [22; 24], статистику – з класичними підходами [26; 27], вологість і агрохімію – з профільними методиками [66], економіку та енергетику – з [70–71]. За потреби у фінальній версії можна деталізувати конкретні ДСТУ для якості зерна.

2.6. Агротехніка гречки у дослідях

Польові роботи виконувалися на базі ФГ «Олександр» (Дніпровський район, Дніпропетровська область) з дотриманням чинних зональних рекомендацій із вирощування гречки та робочих протоколів кафедри рослинництва ДДАЕУ. Технологічні прийоми у дослідях були уніфіковані, за винятком варіантів, що формували фактори схеми.

Попередник і поводження із соломою. Попередником слугувала пшениця озима. Солому подрібнювали комбайном із розкидачем до 30–50 мм і рівномірно розподіляли поверхнею. Для прискорення мінералізації поверхню обробляли активатором розкладання АКРАМ у дозі 600 г/га, після чого рослинні рештки інкорпоровали в ґрунт відповідно до варіанта основного обробітку.

Фактор А – система основного обробітку.

Варіант 1 – традиційна полицева система: дворазове лушення стерні з подальшою оранкою плугом ПЛН-5-35 на 23–25 см.

Варіант 2 – комбінований меліоративний обробіток: після лушення застосовували швидкісний комбінований плуг ПШК-5, що поєднує відвальне

розкриття верхнього шару на 13–15 см із глибоким розпушенням підорного горизонту до 23–25 см. Така пошарова дія забезпечує кращу аерацію і вологозабезпечення зони 10–15 см, де активніше відбувається мікробна деструкція подрібненої соломи порівняно з глибоким її загортанням.

Передпосівний обробіток. На обох варіантах фактору А формували дрібногрудочкувате насінневе ложе щадним боронуванням і 1–2 культиваціями у фазі фізичної стиглості ґрунту. Надмірну кількість передпосівних проходів уникали, щоб не пересушити посівний шар.

Сорт, строки та спосіб сівби. Використовували районований для Степу сорт гречки Покровська (оригіатор – ННЦ «Інститут землеробства НААН»). Сівбу проводили після прогрівання 0–6 см шару ґрунту до 8–10 °С у стиглий, вирівняний посівний шар. Спосіб сівби – суцільний рядовий сівалкою СЗ-5,4. Фактор В реалізовували нормами висіву 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0 млн схожих насінин/га з перерахунком на лабораторну схожість і масу 1000 насінин.

Ущільнення ґрунту після сівби. Негайно після висіву проводили прикочування кільчасто-шпоровими котками ЗКШ-6 у агрегаті з МТЗ-82 для поліпшення контакту насіння з вологою та вирівнювання глибини загортання.

Догляд за посівами. Систему заходів зводили до мінімально необхідної мобілізації верхнього шару і контролю бур'янів відповідно до регламентів для гречки; усі інсектицидні операції планували поза періодом льоту бджіл. Для стабілізації запилення у фазу масового цвітіння на поле завозили пасіки з розрахунку не менше 2–3 бджолосім'ї/га.

Збирання та післязбиральне доробляння. Господарський урожай збирали однофазно наприкінці воскової стиглості комбайном «CLAAS DOMINATOR» із налаштуванням робочих органів на круп'яні культури. Насіння одразу очищали на ОВП-4 та доводили до стандартної чистоти й вологості для подальших аналітичних визначень.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Степова зона України функціонує в умовах сталого дефіциту продуктивної вологи та різкої внутрішньосезонної мінливості її надходження, тому саме водний режим виступає головним лімітуючим чинником реалізації потенціалу гречки; чутливість культури до ущільнення посівного шару, кіркоутворення та теплово-вітрового випаровування зумовлює вирішальну роль технологічних прийомів, які здатні зберігати вологу у верхніх горизонтах, забезпечувати вирівняні й дружні сходи та підтримувати стабільне функціонування фотосинтетичного апарату у ключові фази бутонізації–цвітіння–наливу. У цьому розділі зосереджено увагу на виявленні такої комбінації способу основного обробітку і норми висіву, яка формує водоощадний посівний шар, раціональну архітектуру стеблостою, високий відсоток зав'язування у період масового цвітіння та мінімізує технологічні втрати під час жнив; на основі одержаних даних окреслено робочі інтервали оптимумів і запропоновано практичні рекомендації для чорноземів звичайних посушливої частини Дніпропетровщини з акцентом на стабілізацію врожайності та поліпшення круп'яної якості продукції гречки.

3.1. Динаміка щільності складення орного шару чорнозему звичайного у посівах гречки залежно від системи основного обробітку та норми висіву

Вивчення щільності складення орного шару в ключові фази вегетації гречки є принципово важливим, оскільки цей показник безпосередньо визначає водно-повітряний режим, проникність для коренів, контакт насінини із ґрунтом та ефективність використання вологи і поживних речовин; у посушливих умовах степової зони навіть незначні зміни об'ємної маси зумовлюють відчутні відмінності у стартовій енергії росту, стійкості до

грунтової посухи та реалізації потенціалу врожайності, а отже – у витратах на одиницю продукції й економічній віддачі технологій.

Дані Таблиці 2 свідчать, що перед сівбою середні значення щільності за традиційної системи зосереджені у вузькому інтервалі 1,11–1,13 г/см³, тоді як за комбінованої – 1,05–1,06 г/см³; різниця між системами в усіх нормах висіву становить 0,05–0,08 г/см³ і достовірно перевищує НІР₀₅ 0,02, тобто початково формується помітно розпушеніший орний шар у разі комбінованого обробітку.

Таблиця 2

Формування щільності складення орного шару чорнозему звичайного перед сівбою гречки залежно від способів основного обробітку та норми висіву насіння в степовій зоні (перед сівбою, 2025р.)

Система обробітку ґрунту	Норма сівби, млн. схожого насіння на 1 га					
	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Традиційний обробіток ґрунту	1,13	1,13	1,12	1,12	1,12	1,11
Комбінований обробіток ґрунту	1,05	1,05	1,06	1,05	1,05	1,06
НІР ₀₅	0,02					

Таблиця 3

Формування щільності складення орного шару чорнозему звичайного під час цвітіння гречки залежно від способів основного обробітку та норми висіву насіння в степовій зоні (цвітіння, 2025 р.)

Система обробітку ґрунту	Норма сівби, млн. схожого насіння на 1 га					
	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Традиційний обробіток ґрунту	1,18	1,18	1,17	1,17	1,16	1,16
Комбінований обробіток ґрунту	1,10	1,10	1,11	1,10	1,10	1,11
НІР ₀₅	0,03					

Усередині кожної системи вплив норми висіву на щільність перед сівбою мінімальний: у традиційній від 1,5 до 4,0 млн значення змінюються лише на 0,02 г/см³ – на межі НІР₀₅, у комбінованій коливання в межах 0,01 г/см³ і статистично неістотні; це означає, що стартовий стан ґрунту детермінований насамперед прийомами основного обробітку, а не густотою.

У фазу цвітіння (табл. 3) простежується закономірне ущільнення орного шару в обох системах: у традиційній щільність підвищується до 1,16–1,18 г/см³, у комбінованій – до 1,10–1,11 г/см³.

Таблиця 4

Формування щільності складення орного шару чорнозему звичайного при збиранні врожаю гречки залежно від способів основного обробітку та норми висіву насіння в степовій зоні (збирання, 2025 р.)

Система обробітку ґрунту	Норма сівби, млн. схожого насіння на 1 га					
	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Традиційний обробіток ґрунту	1,23	1,23	1,22	1,22	1,21	1,21
Комбінований обробіток ґрунту	1,14	1,14	1,15	1,14	1,14	1,15
НІР ₀₅	0,02					

Прирости відносно передпосівного стану становлять у середньому близько +0,05 г/см³ для обох систем, що відображає поєднаний ефект природного осідання, циклів зволоження-висихання та технологічних проходів у догляді за посівами; водночас міжсистемні відмінності зберігаються на рівні 0,05–0,08 г/см³ і з урахуванням НІР₀₅ 0,03 залишаються статистично підтвердженими на кожній нормі висіву. Вплив густоти у фазу цвітіння, як і перед сівбою, практично не проявляється: у межах кожної системи розкид становить 0,01–0,02 г/см³, що менше за критичну різницю, тож можна вважати, що на фоні сформованої технологією структури ґрунту перерозподіл рослин на площі не здатен істотно змінити об'ємну масу орного шару.

На час збирання (табл. 4) фіксується подальший крок ущільнення: у традиційній системі – до 1,21–1,23 г/см³, у комбінованій – до 1,14–1,15 г/см³; прирости відносно фази цвітіння становлять ще +0,04...+0,05 г/см³, причому збережено сталі міжсистемні розриви 0,06–0,09 г/см³, які достовірні за НІР₀₅ 0,02. Таким чином, протягом усього вегетаційного періоду підтримується постійна перевага комбінованого обробітку у вигляді меншої об'ємної маси орного горизонту при будь-якій нормі висіву; середні по шкалі норм значення

можна узагальнити як $1,12 \rightarrow 1,17 \rightarrow 1,22$ г/см³ для традиційної та $\approx 1,05 \rightarrow 1,10 \rightarrow 1,15$ г/см³ для комбінованої системи на етапах перед сівбою – цвітіння – збирання відповідно, тобто різниця між системами стабілізується поблизу 0,07 г/см³ упродовж сезону.

Внутрішньосистемно ефект норми висіву не перевищує межі статистичної похибки на більшості етапів: для традиційної у фазу збирання коливання $1,21\text{--}1,23$ г/см³ дорівнюють HP_{05} і мають прикордонний характер, для комбінованої $1,14\text{--}1,15$ г/см³ однозначно нижчі за поріг; це дає підстави трактувати густоту як нейтральний фактор щодо об'ємної маси ґрунту, тоді як визначальним залишається спосіб основного обробітку.

З агрономічної позиції зафіксовані значення для комбінованої системи на всіх етапах утримують орний шар у більш сприятливому для гречки діапазоні, близькому до оптимуму для дрібнонасінних культур, тоді як традиційна система на час збирання виходить на верхню межу комфортного інтервалу, що потенційно обмежує глибину проникнення пізніх кореневих відгалужень і знижує інфільтраційну здатність.

Підсумовуючи, просторово-часова картина щільності підтверджує, що головний чинник стану орного шару – технологія основного обробітку: комбінований варіант формує менш щільну, структурно стійкішу оранку на старті, зберігає перевагу під час цвітіння та на момент збирання, а вплив норми висіву в межах 1,5–4,0 млн є статистично незначним; практичний висновок полягає у доцільності впровадження комбінованого обробітку для стабілізації водно-повітряного режиму й мінімізації ризиків шкідливого ущільнення впродовж сезону, що створює передумови для більш повної реалізації потенціалу продуктивності й економічної ефективності посівів гречки.

3.2. Формування водного режиму ґрунту і водоспоживання рослин гречки за різних способів обробітку ґрунту та норм сівби

Оцінювання динаміки запасів продуктивної вологи у метровому шарі під посівами гречки є методологічно ключовим, оскільки саме водозабезпечення

упродовж критичних фенологічних фаз визначає інтенсивність фотосинтезу, частку зав'язей, тривалість наливу й кінцеву масу зерна, а технологічні рішення щодо способу основного обробітку та густоти сівби безпосередньо впливають на інфільтрацію, випаровування та транспіраційні витрати; за умов степової зони, де дефіцит і мінливість вологи є нормою, навіть 2–5 мм різниці на етапах бутонізації–цвітіння–плодоутворення здатні масштабуватися у суттєві втрати врожайності та якості круп'яного ядра.

Початкові запаси на момент сівби фіксовано вищими у варіанті комбінованого обробітку – 149 мм у всіх нормах висіву проти 142 мм за традиційної системи (різниця 7 мм перевищує $НІР_{05}=3$ і є статистично підтвердженою), що відображає кращу водопоглинальну здатність і меншу передпосівну втрату на випаровування; на фазу розгалуження середні значення становлять 130–131 мм для комбінованого фонду та 120–122 мм для традиційного, а міжсистемний розрив 8–10 мм стабільно перевищує $НІР_{05}=2$, причому вплив норми сівби усередині кожної системи мінімальний (коливання 1–2 мм), тобто структура орного шару, сформована обробітком, домінує над ефектом густоти.

На бутонізації перевага комбінованої системи зберігається й посилюється: 110–115 мм проти 97–103 мм, з абсолютним виграшем 10–14 мм у всіх нормах висіву за $НІР_{05}=2$; у фазу цвітіння, яка є найбільш чутливою до водного стресу, зафіксовано 88–94 мм у комбінованому варіанті та 74–82 мм у традиційному, різниця 11–14 мм достовірна за кожної густоти ($НІР_{05}=2$), а внутрішньосистемний профіль вказує на оптимізацію водозабезпечення при 2,5–3,0 млн схожих насінин/га: у традиційній системі перехід від 1,5 до 3,0 млн підвищує запас із 76 до 82 мм, після чого загущення до 4,0 млн знижує його до 74 мм (контраст 3,0–4,0 млн дорівнює –8 мм і перевищує $НІР_{05}$), у комбінованій системі максимум 94 мм на 2,5 млн і 93 мм на 3,0 млн змінюється спадом до 88 мм на 4,0 млн, що свідчить про зростання конкуренції за вологу за надмірної густоти.

Таблиця 5

Вплив способів основного обробітку ґрунту та норм сівби на динаміку запасів продуктивної вологи у метровому шарі під посівами гречки (2025 р.)

Норма сівби, млн/га	Період визначення продуктивної вологи					
	сівба	розгалуження стебел	бутонізація	цвітіння	плодоутворення	дозрівання насіння
Загальноприйнята система обробітку ґрунту						
1,5	142	121	101	76	48	5
2,0	142	120	101	78	48	6
2,5	142	121	102	80	51	7
3,0	142	122	103	82	52	6
3,5	142	122	100	78	48	6
4,0	142	121	97	74	48	2
Комбінований обробіток ґрунту						
1,5	149	131	111	89	61	10
2,0	149	130	115	91	64	11
2,5	149	131	115	94	66	12
3,0	149	130	113	93	65	12
3,5	149	131	113	91	64	9
4,0	149	131	110	88	56	5
НІР ₀₅	3	2	2	2	1	1

На плодоутворенні тренд зберігається: 56–66 мм у комбінованому варіанті проти 48–52 мм у традиційному, виграш 8–16 мм перевищує НІР₀₅=1; найбільш водозберігаючими залишаються норми 2,5–3,0 млн (66 і 65 мм у комбінованому; 51 і 52 мм у традиційному), тоді як 4,0 млн асоціюється з найнижчими залишками (56 мм у комбінованому та 48 мм у традиційному). На дозріванні насіння зберігається достовірно більший резидуальний запас у комбінованій системі – 5–12 мм проти 2–7 мм у традиційній (різниця 3–6 мм за НІР₀₅=1), що опосередковано знижує ризики термічного й водного стресу у фінальній фазі та ймовірність щуплозерності; інтегральне сезонне водоспоживання (сівба – дозрівання) за середніми оцінками становить близько 137 мм для традиційного фону та близько 139–140 мм для комбінованого, тобто за вищих початкових запасів комбінований варіант забезпечує більшу корисну роботу вологи без виснаження профілю до критично низьких значень.

Узагальнюючи, по всіх фенологічних етапах і при будь-якій нормі сівби комбінований спосіб основного обробітку стабільно підтримує більші запаси продуктивної вологи – від +7 мм на старті до +13–14 мм у зоні максимальних потреб рослин, тоді як вплив густоти є другорядним і проявляється переважно у формі «опуклої» реакції з оптимумом 2,5–3,0 млн схожих насінин/га; надмірне загущення 4,0 млн призводить до системного зниження запасів на ключових фазах навіть у водозбережному фоні, що узгоджується з уявленнями про посилення транспіраційного попиту та внутрішньовидової конкуренції.

Практичний висновок полягає у доцільності впровадження комбінованого обробітку як базового прийому для підтримання водного балансу посівного горизонту в посушливих умовах Степу та у виборі робочого діапазону густот 2,5–3,0 млн для максимальної синергії між водозабезпеченням на цвітінні й плодоутворенні та технологічною керованістю посівів.

3.3. Забур'яненість агроценозів гречки у фазу цвітіння залежно від системи основного обробітку ґрунту та норми висіву

Оцінка забур'яненості у фазу цвітіння має ключове значення для управління конкуренцією за світло, вологу та елементи живлення, адже саме на цьому етапі формується частка зав'язей і закладається потенціал наливу; водночас реакція бур'янового компоненту є чутливою до поєднання способу основного обробітку та густоти посіву, що визначає швидкість зімкнення міжрядь, структурні характеристики стеблостою та мікроклімат приземного шару.

Дані Таблиці 6 демонструють виразний спад забур'яненості зі зростанням норми висіву від 1,5 до 3,5 млн схожих насінин/га з подальшим відновленням показників на 4,0 млн, тобто формується опукла крива з мінімумом у зоні 3,0–3,5 млн. За традиційної технології кількість бур'янів зменшується з 14 до 1 шт/м² (–93 %) і повітряно-суха маса – з 33 до 6 г/м² (–82 %), причому обидва тренди статистично підтверджені відносно НІР₀₅=2 шт/м²

і 4 г/м²; на 4,0 млн показники повертаються до 14 шт/м² і 33 г/м², що свідчить про пізню хвилю проростання за умов високої внутрішньовидової конкуренції культури, менш ефективного затінення приосновної зони та, ймовірно, зростання «вікон» у покриві.

За комбінованої технології спостерігається аналогічна форма кривої, але з іншою структурою бур'янового ценозу: кількість особин у межах 1,5–3,5 млн вища, ніж у традиційній системі (від 20 до 3 шт/м² проти 14 до 1 шт/м²; різниці 3–6 шт/м² переважно перевищують НІР₀₅), зате біомаса стабільно нижча на всьому діапазоні густот – 18→2 г/м² проти 33→6 г/м², тобто редукція становить 45–70 % і є статистично достовірною (різниці 11–7–4 г/м² і більше на кожній нормі); така комбінація «більше рослин – менше маси» узгоджується з мульчувальним ефектом комбінованого обробітку, який гасить ріст домінантів і переводить ценоз у дрібнофракційний стан з низьким ресурсним тиском на культуру (табл. 6).

Таблиця 6

Формування забур'яненості агроценозів гречки під впливом обробітку ґрунту та норм сівби в умовах сухостепової зони (період цвітіння, 2025 р.)

Норма сівби, млн/га	Кількість бур'янів, шт/м ²	Повітряна-суха маса бур'янів, г/м ²
Загальноприйнята система обробітку ґрунту		
1,5	14	33
2,0	9	27
2,5	6	18
3,0	3	10
3,5	1	6
4,0	14	33
Комбінований обробіток ґрунту		
1,5	20	18
2,0	14	12
2,5	9	7
3,0	5	3
3,5	3	2
4,0	20	18
НІР ₀₅	2	4

На окремих густотах це проявляється особливо виразно: при 2,5 млн у традиційній системі фіксується 6 шт/м² і 18 г/м², тоді як у комбінованій – 9 шт/м² і лише 7 г/м²; різниці у 3 шт/м² і 11 г/м² перевищують НР₀₅, що означає меншу загальну конкурентоспроможність бур'янової підсистеми саме у варіанті комбінованого обробітку.

При 3,0 млн кількість становить 3 і 5 шт/м² відповідно (різниця на межі НР₀₅), але біомаса різко менша у комбінованому варіанті – 3 проти 10 г/м², що є критично важливим, адже саме біомаса найбільш точно відображає фактичне вилучення ресурсів бур'янами. Мінімальні значення фіксуються на 3,5 млн: 1 шт/м² і 6 г/м² у традиційній технології та 3 шт/м² і 2 г/м² у комбінованій; різниця за біомасою дорівнює НР₀₅ (4 г/м²) і має прикордонний характер, однак у поєднанні з нижчими значеннями на 3,0 млн (3 г/м²) це підтверджує перевагу комбінованого обробітку саме за інтегральним показником тиску бур'янів.

На 4,0 млн обидві системи демонструють «відкат» до високих рівнів чисельності, але структурні відмінності зберігаються: у комбінованій системі 20 шт/м² формують лише 18 г/м² біомаси, тоді як у традиційній 14 шт/м² дають 33 г/м², що вказує на пригнічений ріст особин у мульчованому середовищі й менший конкурентний потенціал навіть за пізньої хвилі.

Отже, по-перше, вирішальним детермінантом є норма висіву, яка задає геометрію стеблостою і швидкість формування тіньового екрану; оптимальний коридор 3,0–3,5 млн забезпечує мінімум забур'яненості за обох технологій.

По-друге, спосіб основного обробітку змінює не стільки кількість, скільки якість бур'янового ценозу: мульчувальний фон комбінованої системи систематично знижує біомасу на 45–70 % порівняно з традиційною за однакової густоти, переводячи конкуренцію в малошкідливу форму.

По-третє, надмірне загущення 4,0 млн є небажаним через відтворення пізньої хвилі і втрату переваг, незалежно від технології обробітку. Практичний висновок: для мінімізації бур'янового тиску у фазу цвітіння доцільно

підтримувати густоту 3,0–3,5 млн схожих насінин/га; за цієї умови комбінований обробіток створює найбільш безпечний за біомасою бур'янів фон, тоді як традиційний варіант потребує більш чіткого контролю, зважаючи на вищу масу навіть за невеликої чисельності.

3.4. Вплив способів основного обробітку ґрунту та норм сівби на формування густоти рослин у посівах гречки

Оцінювання густоти стояння та польової схожості у фазу повних сходів є принципово важливим для пояснення подальшої архітектоники стеблостою, рівня конкуренції з бур'янами та стабільності генеративних процесів, адже саме стартова щільність визначає швидкість зімкнення міжрядь, інтенсивність випаровування з ґрунту та потенціал закладання суцвіть; при цьому ефект технології обробітку і норми висіву проявляється вже на етапі проростання через водно-повітряний режим посівного шару, стан поверхні та якість контакту насінини із ґрунтом.

Дані таблиці 7 узгоджено відображають теоретичні очікування: при збільшенні норми від 1,5 до 4,0 млн схожих насінин/га розрахункова щільність 150→400 рослин/м² трансформується в реальну густоту, що монотонно зростає у варіанті комбінованого обробітку від 121 до 321 росл./м² і з незначними відхиленнями зростає у традиційній системі від 114 до 303 росл./м², причому різниці між системами на кожній нормі перевищують НІР₀₅=4 росл./м² і є статистично доведеними.

Польова схожість у традиційній технології стабілізується на рівні 75–77 %, тоді як у комбінованій фіксується плато 80–81 %, тобто технологічний вигравш становить у середньому 4–5 в.п. і перевищує НІР₀₅=2 %, що свідчить про системний характер переваги.

Найбільш показовий контраст спостерігається на 3,0 млн: у традиційній густота 171 росл./м² при 76 %, тоді як у комбінованій 239 росл./м² при 80 %; різниця у 68 росл./м² у межах однакової норми вказує на кращу реалізацію насінневого потенціалу за рахунок більш сприятливого мікрорельєфу, менш

вираженого кіркоутворення та вищої збереженості вологи. На 2,5 млн відносна перевага також чітка: 202 проти 191 росл./м² та 81 % проти 76 % відповідно, що означає зменшення втрат на етапі проростання приблизно на 5 в.п.

У верхньому діапазоні густот 3,5–4,0 млн обидві системи демонструють зростання абсолютної кількості рослин, однак у традиційній технології схожість дещо знижується до 75 %, тоді як у комбінованій утримується на 80 %; на 4,0 млн це трансформується у різницю 321 проти 303 росл./м², що за НІР₀₅ є надійно значущим.

Таблиця 7

**Польова схожість гречки за різних норм сівби
та способів обробітку ґрунту (2025 р.)**

Норма сівби, млн/га	Кількість рослин гречки у фазі повних сходів, шт./м ²	Польова схожість, %
Загальноприйнята система обробітку ґрунту		
1,5	114	76
2,0	153	77
2,5	191	76
3,0	171	76
3,5	264	76
4,0	303	75
Комбінований обробіток ґрунту		
1,5	121	80
2,0	162	80
2,5	202	81
3,0	239	80
3,5	283	81
4,0	321	80
НІР ₀₅	4	2

Сукупно це означає, що у всіх нормах висіву комбінований обробіток забезпечує вищу реалізацію потенціалу насіння, знижуючи «технологічні втрати» від планової щільності приблизно з 23–25 % до 19–20 %, причому стабільність відсотка схожості у межах 80–81 % свідчить про відтворюваність ефекту. Водночас традиційна система демонструє локальну нестабільність на

3,0 млн (171 росл./м² проти 191 на 2,5 млн), що можна трактувати як наслідок чутливості до мікроущільнення і кірки на важчому посівному ложі; цей артефакт зникає на 3,5–4,0 млн завдяки чисельній компенсації, але відносна ефективність використання насіння залишається нижчою.

Узагальнюючи, комбінація способу основного обробітку та норми висіву визначає не лише абсолютну густоту стояння, а й якість старту популяції рослин; комбінований обробіток формує більш сприятливий посівний шар, що стабільно підвищує польову схожість на 4–5 в.п. у всьому діапазоні норм, тоді як оптимальний коридор 2,5–3,5 млн забезпечує найкраще співвідношення між чисельністю та життєздатністю рослин у стеблостої, мінімізуючи ризик внутрішньовидової конкуренції на пізніших фазах.

3.5. Формування біометричних параметрів посівів гречки залежно від системи основного обробітку ґрунту та норми висіву

Оцінювання висоти рослин, площі листової поверхні та сухої надземної біомаси у фазах цвітіння і дозрівання є принципово важливим для розуміння джерельно-стічного балансу посіву, ефективності перехоплення ФАР і стабільності наливу зерна; саме ці показники визначають швидкість формування асиміляційного апарату, тривалість його функціонування та масштаби нагромадження органічної речовини, а поєднання способу основного обробітку з густиною стояння керує мікрокліматом на рівні намету, часткою самозатінення і рівнем внутрішньовидової конкуренції.

За висотою рослин у фазу цвітіння варіювання невелике: 41–45 см у межах усіх варіантів, причому на фоні комбінованого обробітку значення систематично на 1–2 см вищі (наприклад, 3,0 млн – 45 см проти 42 см), що відображає рівномірніший старт і кращий водно-повітряний режим посівного шару; на дозріванні висота стабілізується на рівні 74–79 см з м'яким піком 78–79 см у діапазоні 2,0–3,0 млн і тенденцією до зниження за надлишкової густоти 4,0 млн (75–74 см), що узгоджується з посиленням конкуренції за ресурси та частковим перерозподілом асимілятів на репродуктивні органи.

Таблиця 8

Формування біометричних параметрів рослин гречки залежно від способів основного обробітку ґрунту та норм сівби (2025 р.)

Норма сівби, млн/га	Висота рослин, см		Площа листкової поверхні, тис. м ² /га		Суша надземна біомаса, т/га	
	цвітіння	дозрівання	цвітіння	дозрівання	цвітіння	дозрівання
Загальноприйнята система обробіток ґрунту						
1,5	42	76	16,3	11,2	1,87	3,72
2,0	43	78	19,9	13,5	2,45	4,77
2,5	42	79	21,8	14,5	2,90	5,59
3,0	42	78	23,1	14,7	3,02	6,05
3,5	43	76	24,9	13,5	2,91	5,74
4,0	41	74	25,9	11,9	2,52	4,93
Комбінований обробіток ґрунту						
1,5	43	78	17,3	13,3	2,12	4,36
2,0	44	79	20,2	15,0	2,59	5,45
2,5	44	79	21,9	15,9	3,35	6,59
3,0	45	78	24,8	15,7	3,33	6,74
3,5	45	77	26,8	14,6	3,20	6,37
4,0	43	75	27,6	12,5	2,93	5,80
НІР ₀₅	2	3	2,3	1,5	0,13	0,16

Площа листкової поверхні (тис. м²/га, тобто еквівалент LAI/10) у фазу цвітіння зростає разом із густиною, але величина приросту і подальша «витривалість» листкового апарату різняться між системами: за традиційної технології спостерігається послідовне збільшення від 16,3 до 25,9 тис. м²/га при 1,5–4,0 млн, тоді як у комбінованій – від 17,3 до 27,6 тис. м²/га, тобто на кожній нормі листкова поверхня більша на 0,9–2,7 тис. м²/га; у фазу дозрівання обидва фони демонструють фізіологічно очікуване зменшення площі, проте збереженість листкового апарату в комбінованому варіанті вища: максимум фіксується на 2,5–3,0 млн (15,9–15,7 тис. м²/га) проти 14,5–14,7 тис. м²/га у традиційній системі, тоді як при 4,0 млн площа падає до 12,5 тис. м²/га у комбінованій і 11,9 тис. м²/га у традиційній; відносне «утримання» листкової поверхні від цвітіння до дозрівання ілюструє якість стеблостою: для 2,5 млн воно становить 72–73 % у комбінованому варіанті проти 67 % у традиційному,

а для 4,0 млн – 45–46 % проти 46 %, що свідчить про посилене самозатінення та передчасне відмирання листя за надмірної густоти.

Динаміка сухої надземної біомаси підтверджує переваги комбінованого обробітку і на рівні продукційного процесу: у фазу цвітіння маса посіву досягає 3,33–3,35 т/га у діапазоні 2,5–3,0 млн на комбінованому фоні проти 2,90–3,02 т/га у традиційному, а на дозріванні формуються істотно вищі значення 6,59–6,74 т/га на 2,5–3,0 млн порівняно з 5,59–6,05 т/га; абсолютний виграш комбінованої технології на ключових густотах становить +1,00 т/га (2,5 млн), +0,69 т/га (3,0 млн) і +0,63 т/га (3,5 млн), а на 4,0 млн – +0,87 т/га, що вказує на більш ефективну конверсію перехопленої радіації в органічну речовину та кращу «витривалість» асиміляційного апарату в другій половині вегетації; приріст біомаси від цвітіння до дозрівання найвищий у зоні 3,0 млн за комбінованого обробітку (+3,41 т/га) і знижується на 4,0 млн до +2,87 т/га, тоді як у традиційній системі відповідні прирости менші, що вказує на сильніший вплив стресів і конкуренції.

Сукупне порівняння показує, що оптимальна архітектоніка стеблостою для максимальної продукційної відповіді формується у коридорі 2,5–3,0 млн схожих насінин/га, де досягається поєднання достатньої площі листків на цвітінні (22–25 тис. м²/га), високої частки її збереження до дозрівання (63–73 %) та пікових значень сухої біомаси 6,6–6,7 т/га у разі комбінованої технології; надмірне загущення 4,0 млн хоча і збільшує листову площу на цвітінні, але супроводжується зростанням самозатінення, зниженням «листової витривалості» і меншою акумуляцією біомаси на фініші, що відображає негативний ефект внутрішньовидової конкуренції; навпаки, розріджені посіви 1,5–2,0 млн формують недостатній листовий екран і нижчу швидкість нагромадження сухої маси.

Таким чином, спосіб основного обробітку є визначальним модератором біометричної реакції гречки: комбінований варіант забезпечує стійко більшу площу листків і суху біомасу при зівставній висоті рослин, а найбільш збалансовані параметри джерельно-стічної системи досягаються за густоти

2,5–3,0 млн, що слугує фізіологічним підґрунтям для переваг урожайності та економічної віддачі, зафіксованих у попередніх розділах.

3.6. Урожайність гречки залежно від способу основного обробітку ґрунту та норми висіву

Оцінювання урожайності є інтегральним тестом на узгодженість попередніх ланок технології – від формування посівного ложа і стартової щільності стояння до водозабезпечення та збереженості асиміляційного апарату – тому саме цей показник найповніше відображає ефект поєднання способу основного обробітку і норми висіву у специфічних умовах сухостепу; наведені дані демонструють класичну опуклу реакцію урожайності на загушення для обох систем із чітким оптимумом 2,5–3,0 млн схожих насінин/га та стійкою перевагою комбінованої технології на кожній густоті.

За традиційного обробітку діапазон 1,5–3,0 млн супроводжується зростанням урожайності з 1,86 до 2,30 т/га, приріст 0,44 т/га істотно перевищує $НР_{05}=0,06$ і є статистично доведеним; далі спостерігається спад до 2,19 т/га на 3,5 млн і до 2,01 т/га на 4,0 млн, тобто втрата відносно локального максимуму 3,0 млн становить 0,11 і 0,29 т/га відповідно, що підтверджує негативний ефект надмірної внутрішньовидової конкуренції на кінцевих фазах (табл. 9).

Таблиця 9

Вплив способів основного обробітку ґрунту та норм сівби на врожайність гречки, т/га

Система обробітку ґрунту	Норма сівби, млн. схожого насіння на 1 га					
	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Традиційний обробіток ґрунту	1,86	2,06	2,20	2,30	2,19	2,01
Комбінований обробіток ґрунту	2,00	2,19	2,37	2,37	2,31	2,25
$НР_{05}$	0,06					

У комбінованій системі зафіксовано підйом від 2,00 т/га на 1,5 млн до плато 2,37 т/га на 2,5–3,0 млн, після чого відмічено м'який спад до 2,31 т/га на 3,5 млн і 2,25 т/га на 4,0 млн; втрата відносно плато становить 0,06–0,12 т/га,

тобто реакція на перезагущення менш різка, ніж у традиційній, що узгоджується з кращим водним режимом і більшою «витривалістю» листкового апарату, показаними в попередніх таблицях.

Порівняння систем у межах однакових норм свідчить про стабільний виграш комбінованої технології: на 1,5 млн різниця становить 0,14 т/га, на 2,0 млн – 0,13 т/га, на 2,5 млн – 0,17 т/га, на 3,0 млн – 0,07 т/га, на 3,5 млн – 0,12 т/га, на 4,0 млн – 0,24 т/га; кожна з цих величин дорівнює або перевищує НІР05, отже перевага є статистично значущою на всій шкалі густот.

Усередині систем також простежується структурована картина значущості: у традиційній від 2,0 до 2,5 млн приріст 0,14 т/га достовірний, від 2,5 до 3,0 млн ще +0,10 т/га також перевищує поріг, натомість різниця 2,19 т/га на 3,5 млн відносно 2,20 т/га на 2,5 млн становить 0,01 т/га і статистично не фіксується, що вказує на «верхню полицю» перед фазою деградації посіву; у комбінованій межа між 2,5 і 3,0 млн фактично відсутня (2,37–2,37 т/га), а подальші відмінності 2,37→2,31 т/га та 2,31→2,25 т/га дорівнюють 0,06 т/га кожна й мають прикордонний характер.

Сукупно це підтверджує два ключові висновки: по-перше, визначальним модератором урожайної відповіді є спосіб основного обробітку, який забезпечує сталий приріст 0,07–0,24 т/га за будь-якої густоти завдяки поліпшенню водно-повітряного режиму, уповільненню деструкції листкового апарату та більш ефективній конверсії ФАР у біомасу; по-друге, оптимальний робочий коридор густот становить 2,5–3,0 млн, де досягаються найвищі або статистично рівнозначні максимуми без ризику різкого падіння на фіналі вегетації, причому на фоні комбінованого обробітку ця «плато-зона» ширша і стійкіша; практична рекомендація впливає безпосередньо з цифр – за стабільних цінових умов доцільно орієнтувати технологію на комбінований обробіток із нормою висіву 2,5–3,0 млн, уникаючи перезагущення 4,0 млн, яке зумовлює найбільший штраф урожайності, особливо у традиційній системі.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

З'ясування взаємодії технології основного обробітку ґрунту та густоти сівби для гречки є ключовим для підвищення економічної віддачі культури, оскільки саме ці керовані фактори формують урожайність, структуру витрат і, відповідно, собівартість і прибутковість виробництва; аналіз даних 2025 р. показує, що валова виручка масштабується з урожайністю за сталої ціни реалізації, тоді як динаміка собівартості відображає баланс між приростом врожайності та зростанням виробничих витрат.

За традиційної технології зі збільшенням норми висіву від 1,5 до 3,0 млн схожих насінин/га спостерігається наростання урожайності з 1,86 до 2,30 т/га, що піднімає виручку з 34 410 до 42 550 грн/га за помірного приросту витрат (15 324→16 854 грн/га), унаслідок чого собівартість 1 т знижується з 8 239 до 7 328 грн і формується локальний максимум умовно чистого прибутку 25 696 грн/га та рентабельності 152,5 %; подальше загушення до 3,5–4,0 млн вже зумовлює редукцію урожайності до 2,19–2,01 т/га, підвищення собівартості до 8 020–9 191 грн/т і деградацію фінансового результату до 22 950–18 710 грн/га з падінням рентабельності до 130,7–101,3 %.

За комбінованої технології по всій шкалі густот фіксується систематична перевага: при 1,5 млн урожайність становить 2,00 т/га, собівартість – 7 557 грн/т, прибуток – 21 886 грн/га, рентабельність – 144,8 %; при 2,0 млн – відповідно 2,19 т/га, 7 127 грн/т, 24 908 грн/га, 159,6 %; при 2,5 млн – 2,37 т/га, 6 711 грн/т, 27 940 грн/га, 175,7 %; при 3,0 млн – 2,37 т/га, 6 760 грн/т, 27 825 грн/га, 173,7 %; при 3,5 млн – 2,31 т/га, 7 113 грн/т, 26 304 грн/га, 160,1 %; при 4,0 млн – 2,25 т/га, 7 611 грн/т, 24 499 грн/га, 143,1 %. Тобто за однакових густот комбінована технологія забезпечує додаткові 0,07–0,24 т/га урожаю, 2,13–5,79 тис. грн/га прибутку і 18,9–41,8 в.п. рентабельності за одночасно нижчої собівартості на 0,56–1,58 тис. грн/т; ця різниця формується на тлі більш стриманого зростання витрат у комбінованому

варіанті (15 114→17 126 грн/га) відносно традиційного (15 324→18 475 грн/га) (табл. 10).

Таблиця 10

Ефект технології основного обробітку ґрунту та густоти сівби на рентабельність виробництва гречки (2025 р.)

Норма сівби, млн. схожого насіння на 1 га	Врожайність, т/га	Валова вартість продукції, грн/га	Виробничі витрати, грн/га	Собівартість 1 тони зерна, грн	Умовно чистий прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %
Традиційний обробіток ґрунту						
1,5	1,86	34 410	15 324	8 239	19 086	124,5
2,0	2,06	38 110	15 834	7 687	22 276	140,7
2,5	2,20	40 700	16 344	7 429	24 356	149,0
3,0	2,30	42 550	16 854	7 328	25 696	152,5
3,5	2,19	40 515	17 564	8 020	22 950	130,7
4,0	2,01	37 185	18 475	9 191	18 710	101,3
Комбінований обробіток ґрунту						
1,5	2,00	37 000	15 114	7 557	21 886	144,8
2,0	2,19	40 515	15 607	7 127	24 908	159,6
2,5	2,37	43 845	15 905	6 711	27 940	175,7
3,0	2,37	43 845	16 020	6 760	27 825	173,7
3,5	2,31	42 735	16 431	7 113	26 304	160,1
4,0	2,25	41 625	17 126	7 611	24 499	143,1

Реакція на загущення описується опуклою кривою з економічним оптимумом у зоні 2,5–3,0 млн: у цьому коридорі поєднуються пікова урожайність 2,37 т/га, мінімальні значення собівартості 6 711–6 760 грн/т і максимуми прибутку 27 825–27 940 грн/га разом із рентабельністю 173,7–175,7 %; вихід за верхню межу оптимуму зумовлює дисбаланс між витратами на насіння і віддачею площі, що проявляється у прискореному зростанні собівартості та стисканні маржі.

Узагальнюючи, найкраща економічна конфігурація досягається за комбінованого обробітку із нормою висіву 2,5 млн схожих насінин/га, де зафіксовано мінімум собівартості й максимум рентабельності; діапазон 2,5–3,0 млн можна розглядати як робоче «вікно стабільної ефективності», тоді як

надмірне загушення 3,5–4,0 млн є недоцільним через посилення внутрішньовидової конкуренції та погіршення економічних показників, особливо за умов традиційної системи.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Дослідження стану охорони праці в фермерському господарстві

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

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

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

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

5.2. Аналіз виробничого травматизму в фермерському господарстві

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

Для аналізу виробничого травматизму в господарстві було застосовано стандартний статистичний метод за останні два роки. За останні два роки кількість працівників була незмінною, а саме: 11 чоловік. Один випадок виробничого травматизму було зафіксовано в 2022 році (табл. 11).

Коефіцієнт частоти травматизму:

$$K_{\text{чт}} = \frac{T}{P} \times 1000 = \frac{2}{11} \times 1000 = 18,2$$

де Т – кількість нещасних випадків;

Р – кількість працівників;

1000 – перерахування на 1000 працівників.

Коефіцієнт важкості травматизму:

$$K_{\text{вт}} = \frac{Д}{Т} = \frac{11}{2} = 5,5$$

де Д – кількість непрацездатних днів.

Коефіцієнт втрати робочого часу:

$$K_{\text{чт}} = \frac{Д}{P} \times 1000 = \frac{11}{20} \times 1000 = 550$$

Таблиця 11

Аналіз нещасних випадків та виробничого травматизму в фермерському господарстві

Показники травматизму	2024 рік	2025 рік
Кількість працюючих людей	15	15
Кількість нещасних випадків	2	–
Кількість днів непрацездатності, діб		–
- від травматизму	11	–
- від захворювання		–
Втрати, тис. грн:		–
- від травматизму	2,5	–
- від захворювання		–
Коефіцієнт травматизму	18,5	–
Коефіцієнт важкості травматизму	11	–
Коефіцієнт втрати робочого часу	550	–

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

В результаті аналізу виробничого травматизму в господарстві було встановлено, що працювало в 2024–2025 році 11 працівник, в 2024 році сталося два нещасних випадка з 2 працівниками.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

5.4. Заходи з покращення стану охорони праці в фермерському господарстві

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Практична дорожня карта для господарства може виглядати так: протягом перших 25 днів базовий аудит умов праці, оновлення реєстру ризиків, перевірка і доукомплектація ЗІЗ, відновлення огорожень і ЛОТО; до 60-го дня повний цикл навчання основних категорій працівників, відпрацювання пожежних і перших домедичних дій; до 90-го дня впровадження чек-листів, графіка ТО безпечного стану, системи реєстрації «майже-інцидентів» і щомісячних міні-аудитів на місцях. Далі система підтримується через квартальні огляди техніки, сезонні інструктажі та щорічний перегляд ризиків і політик.

ВИСНОВКИ

Система основного обробітку була визначальним чинником фізичного стану орного шару: комбінований обробіток стабільно формував меншу щільність складення на всіх етапах вегетації (перед сівбою 1,05–1,06 проти 1,11–1,13 г/см³; цвітіння 1,10–1,11 проти 1,16–1,18; збирання 1,14–1,15 проти 1,21–1,23), різниця 0,05–0,09 г/см³ перевищувала НІР05 і була статистично достовірною; вплив норми висіву на щільність у межах 1,5–4,0 млн був неістотним.

Комбінований обробіток забезпечував вищі запаси продуктивної вологи у метровому шарі в критичні фази розвитку гречки: на сівбі +7 мм (149 проти 142 мм), на бутонізації +10–14 мм, на цвітінні +11–14 мм, на плодоутворенні +8–16 мм і на дозріванні +3–6 мм щодо традиційного фону; максимальні водозпаси під час цвітіння та плодоутворення формувалися за густоти 2,5–3,0 млн, тоді як 4,0 млн зумовлювало помітне виснаження профілю.

Реакція бур'янового компонента підтвердила перевагу комбінованого фону за «якістю» конкуренції: попри схожі або дещо вищі значення чисельності на окремих нормах, повітряно-суха маса бур'янів у комбінованій системі була нижчою на 45–70 % у всьому діапазоні густот (наприклад, 3,0 млн – 3 проти 10 г/м²; 3,5 млн – 2 проти 6 г/м²), що свідчить про мульчувальний ефект і пригнічення росту домінантів; мінімум забур'яненості фіксувався за 3,0–3,5 млн, тоді як 4,0 млн спричиняв пізню хвилю бур'янів.

Комбінований обробіток підвищував технологічну реалізацію насіння: польова схожість стабілізувалася на рівні 80–81 % проти 75–77 % у традиційній системі, а фактична густина у фазу повних сходів була більшою на кожній нормі (наприклад, 3,0 млн – 239 проти 171 росл./м²); це забезпечило рівномірніший старт і швидше зімкнення міжрядь у період активної конкуренції з бур'янами.

Біометричні показники підтвердили кращий джерельно-стічний баланс посіву за комбінованої технології: площа листкової поверхні на цвітінні була

більшою на 0,9–2,7 тис. м²/га, її збереженість до дозрівання – вищою (наприклад, 2,5 млн: 72–73 % проти 67 %), а суха надземна біомаса на дозріванні переважала на 0,63–1,00 т/га у зоні 2,5–3,5 млн; надмірне загушення 4,0 млн посилювало самозатінення і знижувало кінцеве нагромадження сухої речовини.

Урожайність демонструвала опуклу криву відповіді на загушення з оптимумом 2,5–3,0 млн; комбінований обробіток забезпечив стабільну перевагу на кожній нормі (виграш 0,07–0,24 т/га, НІР05=0,06), з плато 2,37 т/га у коридорі 2,5–3,0 млн; у традиційній системі максимум 2,30 т/га отримано за 3,0 млн із помітним спадом до 2,01 т/га на 4,0 млн.

Економічна оцінка узгодилася з агрономічними результатами: найкраща конфігурація досягалася за комбінованою обробіткою і норми 2,5–3,0 млн – мінімальна собівартість 6 711–6 760 грн/т, максимальний умовно чистий прибуток 27,8–27,9 тис. грн/га та рентабельність 173,7–175,7 %; за однакових густот комбінований фон підвищував прибуток на 2,13–5,79 тис. грн/га і рентабельність на 18,9–41,8 в.п., тоді як загушення до 4,0 млн було економічно недоцільним через зростання собівартості та втрату врожайності.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для підвищення ефективності вирощування гречки на чорноземах звичайних у степовій зоні України доцільно застосовувати елементи адаптивної технології, спрямовані на забезпечення стабільної врожайності зерна (2,0–2,5 т/га) та збереження родючості ґрунту.

Основний обробіток ґрунту рекомендується проводити за комбінованою ґрунтозахисною системою із використанням безполицевих плугів. Такий підхід забезпечує одночасне виконання мілкої відвальної оранки на глибину 12–15 см і глибокого розпушування нижнього шару ґрунту до 23–25 см, що сприяє покращенню водно-повітряного режиму та зменшенню ущільнення орного горизонту.

Для сівби доцільно використовувати сорт гречки Покровська з оптимальною нормою висіву 2,5 млн схожого насіння на 1 гектар, що забезпечує формування рівномірних посівів і високу продуктивність культури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Витовтов А. Г., Скрипка І. О. Агротехніка гречки. Донецьк.: «Донбас». 1973. 87 с.
2. Танчик С. П. No-till і не тільки Сучасні системи землеробства / Танчик С. П. – К. : Юнівест Медіа, 2009. – 160 с.
3. Грищенко Р. Є. Врожайність гречки в Лісостепу. Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН». 2008. Вип. 2. С. 55–60.
4. Єфіменко Д. Я., Яшовський І. В. Гречка і просо в інтенсивних сівозмінах. К. : Урожай 1992. 168 с.
5. Fang, X., Li, Y., Nie, J., Wang, C., Huang, K., Zhang, Y., Zhang, Y., Yi, Z. Effects of nitrogen fertilizer and planting density on the leaf photosynthetic characteristics, agronomic traits and grain yield in common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* M.) (2018) *Field Crops Research*, 219, pp. 160-168.
6. Кващук О. В., Сучек М. М., Хоміна В. Я., Пастух О. Д. Круп'яні культури. Навчальний посібник.: Кам'янець-Подільський. ПП. «Медобори2006». 2013. 288 с.
7. Аксьонов І. В., Мінковський А. Є., Станчевський В. К. Методичні рекомендації з біоенергетичної оцінки технології вирощування олійних просапних культур. Запоріжжя: ЗДУ, 2001. 35 с.
8. Круп'яні культури (гречка, просо). Технологія вирощування. Загальні вимоги : ДСТУ 4790:2007. – [Чинний від 2009-01-01]. К. : Держспоживстандарт України, 2007. 14 с. – (Національний стандарт України).
9. Сайко В. Ф. Системи обробітку ґрунту в Україні / В. Ф. Сайко, А. М. Малієнко. – К. : ВД "ЕМКО", 2007. – 44 с.
10. Гордієнко В. П. Землеробство О. М. / Геркіял, В. П. Опришко – К.: Вища школа, 1991. – 268 с.

11. Бабич А. О. Посухи та пилові бурі, особливості їх формування, поширення та впливу на кормові й продуктивні ресурси України / Бабич А. О. / Вісник аграрної науки. 1995. № 7. С. 3–17.
12. Жученко А. А. Адаптивное растениеводство. Кишинев: Штиинца, 1990. 432 с.
13. Кротінов О. П. До історії розвитку систем обробітку ґрунту // Посібник українського хлібороба (науково-виробничий щорічник). – 2010. – № 1. – С. 83–90.
14. Зуза В. С. Стан забур'яненості полів в північно–східній Україні / Зуза В. С. / Вісник аграрної науки. 1994. № 5. С. 40–48.
15. Куничак Г. І. Продуктивність гречки за різних способів основного обробітку ґрунту // Збірник наукових праць інституту землеробства НААН. 2008. Вип 1. С. 60–64.
16. Кемпбел Г. В. Руководство к обработке почвы / Пер. с англ. С. К. Космана; под ред. П. М. Дубровского. – Полтава : Библиотека Хуторянина. – 1911. – Вып. 5. – 116 с.
17. Іващенко О. О. Напрямки адаптації аграрного виробництва до змін клімату / Іващенко О. О. / Вісник аграрної науки. 2011. № 8. С. 10–12.
18. Кохан А. В., Фролов С. О., Гангур В. В. Органічне землеробство на поля Полтавщини. Практичні рекомендації. Полтава, 2016. 46 с.
19. Шевченко М. В. Системи обробітку ґрунту / М. В. Шевченко // Землеробство. – Вип. 80. – К. : ВД "Емко", 2008. – С. 33–39.
20. Ляшенко В. В., Тригуб О. В. Оцінка адаптивного потенціалу сортів гречки в умовах Лісостепу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2009. №4. С. 80–86.
21. Кохан А. В., Фролов С. О., Гангур В. В., Самойленко О. А. Наукове забезпечення ефективного проведення комплексу весняних польових робіт в агроформуваннях Полтавської області у 2018 році (методичні рекомендації). Полтава, 2018. 26 с.

22. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур / Держ. коміс. України по випробуванню та охороні сортів рослин / Під ред. В. В. Волкодава. К., 2000. 100 с.
23. Пабат І. А. Роторний обробіток ґрунту і пряма сівба озимої пшениці після непарових попередників / І. А. Пабат // Хранение и переработка зерна. – 2001. – № 8 (26). – С. 24–25.
24. Практикум із землеробства / М. С. Кравченко, О. М. Царенко, Ю. Г. Міщенко [та ін.] / За редакцією М. С. Кравченко і З. М. Томашівського. К. : Мета, 2003. 301 с.
25. Савицький К. А., Овсійчук О. С. Гречка. К.: Урожай, 1990. 238 с.
26. Доспехов Б. А. Практикум по земледелию / И. П. Васильев, А. М. Туликов. – М. : Колос, 1997. – 368 с.
27. Практикум по земледелию / [Воробьев С. А., Егоров В. Е., Киселёв А. Н., Долгов С. И., Доспехов Б. А.]; под ред. С. А. Воробьева. – [4-е изд.]. – М. : Колос, 1971. – 311 с.
28. Лебідь Є. М. Науковий фундамент проблем степового землеробства. Вісник аграрної науки. 2006. № 3–4. С. 23–25.
29. Доспехов Б. А. Земледелие с основами почвоведения / А. И. Пупонин. – М : Колос, 1978. – 256 с.
30. Наукові та прикладні основи захисту ґрунтів від ерозії в Україні: Монографія / за ред. С. А. Балюка, Л. Л. Товажнянського. – Харків : НТУ "ХПГ", 2010. – 460 с.
31. Стебут И. А. Обработка почвы / И. А. Стебут // Русское сельское хозяйство. М., 1871. – 44 с.
32. Кохан А. В. Ефективність різних способів обробітку ґрунту. Новітні агротехнології: електронний науковий фаховий журнал. 2016. № 1 (4). – С. 25.
33. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні на 2023. – К. : Юнівест Медіа, 2023. – 895 с.
34. Малієнко А. М. Методологічні питання вивчення систем обробітку ґрунту в польових дослідах. Вісник аграрної науки. 2007. № 5. С. 21–24.

35. Костычев П. А. О борьбе с засухами в чернозёмной области посредством обработки полей и накопления на них снега / П. А. Костычев. – 1912. – Изд. 6. – С. 84–95.
36. Масюк Н. Т. Введение в сельскохозяйственную экологию. Днепропетровск, ДСХИ, 1989. 190 с.
37. Пабат І. А. Вплив факторів родючості на продуктивність соняшнику в короткоротаційній сівозміні. Вісник аграрної науки. 2003. № 7. С.15–19.
38. Паюк Н. О. Погляди Докучаєва і Костичева на обробіток ґрунту / Н. О. Паюк // Матеріали ІІ конференції молодих вчених та спеціалістів. (27–28 травня 2004р.). – К., 2004. – С. 155–157.
39. Докучаев В. В. Наши степи прежде и теперь / В. В. Докучаев. – М. : Сельхозгиз, 1963. – 116 с.
40. Паюк Н. О. Роль Менделєєва у вченні про обробіток ґрунту / Н. О. Паюк / Матеріали ІІ конференції молодих учених та спеціалістів (27–28 травня 2004 р.). – К. : С. 157–158.
41. Танчик С. П., Павлов О. С., Чумбей В. В. Вплив обробітку ґрунту на актуальну забур'яненість гречки посівної в Прикарпатті України. Зрошуване землеробство. 2019. Вип. 72. С. 56–60.
42. Ульянченко О. В. Зерно-круп'яне виробництво як важіль підвищення конкурентоспроможності сільськогосподарських підприємств Агроінком. 2009. № 9–12. С. 9–13.
43. Чернишова Є. О., Марковська О. Є. Забур'яненість післяжнивних посівів проса та гречки в проміжних посівах після льону олійного в умовах півдня України. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2014. Вип. 20. С. 135–138.
44. Кибасов П. Т. Основная обработка почвы под полевые культуры / П. Т. Кибасов. – Кишинёв. : Картя Молдовеняскэ, 1982. – 235 с.
45. Медведєв В. В., Линдіна Т. Є., Птащенко А. В. та ін. Мінімалізація ґрунтів України. Харків, 2004. 47 с.

46. Чумбей В. В. Вплив обробітку ґрунту на вміст нітратного азоту за вирощування гречки посівної в Прикарпатті України. Таврійський науковий вісник. 2020. № 111. С. 158–165.
47. Carmel R. G. Reduced tillage in northwest Europe – a review / R. G. Cannel // Soil tillage Res. – 1985. – №2. Vob. 5. – P. 129–177.
48. Сайко В. Ф. Землеробство в сучасних умовах. Вісник аграрної науки. 2002. № 5. С. 5–10.
49. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України / Редкол. : М. В. Зубець, А. М. Малієнко, Б. С. Носко та ін. – К. : Аграрна наука, 2010. – 986 с.
50. Пабат І. А. Ґрунтозахисна система землеробства. Київ: Урожай, 1992. 160 с.
51. Система ведення сільського господарства Дніпропетровської області / Редкол.: О. А. Любович, Є. М. Лебідь, В. І. Шевманьов. – Дніпропетровськ. : Інститут зернового господарства УААН, 2005. – 432 с.
52. Камінський В. Ф. Сучасні системи землеробства і технології вирощування сільськогосподарських культур / За ред. д.с-г.н. В. Ф. Камінського / В. Ф. Камінський, В. Ф. Сайко, І. П. Шевченко [та ін.] – К. : ВП "Едельвейс", 2012. – 196 с.
53. Малієнко А. М. Соціально-економічні передумови формування агротехнологій (на прикладі систем обробітку ґрунту). – К, 2001. – 60 с.
54. Чумбей В. В. Енергетична ефективність вирощування гречки посівної залежно від основного та передпосівного обробітку ґрунту в Прикарпатті України. Таврійський науковий вісник. 2019. № 106. С. 158–162.
55. Демиденко О. В. Новітні технології обробітку ґрунту-нагальна потреба сьогодення в землеробстві Черкащини / Демиденко О. В. Посібник українського хлібороба (науково виробничий щомісячник). – 2010. – №1 – С. 95–98.
56. Медведев В. В. Мінімалізація обробітку ґрунтів України / В.В. Медведев. – Харків, 2004. – 47 с.

57. Тараріко Ю. О. Агрометеорологічні ресурси України та технології їх раціонального використання. Вісник аграрної науки. 2006. № 3-4. С. 29–31.
58. Шикула Н. К. Минимальная обработка чернозёмов и воспроизводство их плодородия / Н. К. Шикула, Г. В. Назаренко. – М. : Агропромиздат. 1990. – 320 с.
59. Косолап М. П. Система землеробства No-till: Навч. Посібник / М. П. Косолап, О. П. Кротінов. – К. : "Логос", 2011. – 352 с.
60. Шевченко М., Десятник Л, Льоринець Ф., Шевченко С. Агросистемні методи регулювання волого-споживання в агроценозі. Науковий журнал Зернові культури. 2017. Т. 1. № 1. С. 119–123.
61. Полупан В. І. Досвід застосування нульової технології обробки ґрунту при вирощуванні озимої пшениці у Донбасі / В. І. Полупан, С. Г. Зуза, В. М. Полупан // Агрохімія та ґрунтознавство. – Харків, 2003. – Ч. 2. – С. 160–162.
62. Mazzella M. A., Zanon M. I., Fernie A. R., Casal J. J. Metabolic responses to red/far-red ratio and ontogeny show poor correlation with the growth rate of sunflower stems. J. Exp. Bot. 2008. № 59. P. 2469–2477.
63. Каталог сортів та гібридів ДУ Інститут зернових культур НААН України / В. Ю. Черчель та інші. – 2023. – 124 с.
64. 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.
65. Petersen J–E. Energy production with agricultural biomass: environmental implications and analytical challenges. Eur. Rev. Agric. Econ. 2008. № 35. P. 385–408.
66. Господоренко Т. М., Коларьков Ю. В., Копитько П. Г. Агрохімія. Київ: Вища школа, 1995. 471 с.

67. Phillips S. H. No-tillage farming / S. H. Phillips, H.MI Young. - Reiman Associates, Milwaukee, Wisconsin, 1973. — 224 pp.
68. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України / Редкол. : М. В. Зубець, А. М. Малієнко, Б. С. Носко та ін. – К. : Аграрна наука, 2010. – 986 с.
69. Статистичний щорічник України за 2023 рік. Київ: Август Трейд, 2022. 554 с.
70. Збарський В. К. Економіка сільського господарства: навчальний посібник / Збарський В. К., Мацибора В. І., Чалий А. А. та ін. ; за ред. В. К. Збарського, В. І. Мацибори. – К. : Каравела, 2010. – 280 с.
71. Кохан А. В. Економічна ефективність застосування способів основного обробітку ґрунту в технології вирощування соняшнику / Кохан А. В., Компанієць В. О., Кулик А. О. // Вісник Полтавської державної аграрної академії. Полтава, 2016. № 1-2 (80-81). С. 58–61.
72. Гандзюк М. П. Основи охорони праці : Підручник. 2–е вид. / Гандзюк М.П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. –К. : Каравела, 2004. – 408 с.
73. Годяєв С.Г. Методичні вказівки до написання розділу «Охорона праці» в випускних та дипломних роботах для студентів агрономічного факультету / С.Г. Годяєв, О.С. Бабич. – Дніпропетровськ, 2007. – 18 с.
74. Alegre J. C. Cassel D. K. Amezquita E. Tillage systems and soil properties in Latin America. *Soil & Tillage Research*. 1991. № 20. P. 147–163.
75. Effect of Tillage Systems on Physical Properties of a Clay Loam Soil under Oats / K. D. Ordoñez-Morales, M. Cadena-Zapata, A. Zermeño-González, S. CamposMagaña // *Agriculture*. 2019. № 9 (62). P. 1–14.
76. Zhang, X., Yang, L., Xue, X., Kamran, M., Ahmad, I., Dong, Z. & Han, Q. Plastic film mulching stimulates soil wet-dry alternation and stomatal behavior to improve maize yield and resource use efficiency in a semi-arid region. *Field Crops Research*, 2019. 33. P. 101-113.