

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

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

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

“ _____ ” _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня «Магістр» на тему:
**ВПЛИВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА
ВРОЖАЙНІСТЬ СОНЯШНИКА В УМОВАХ ФЕРМЕРСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА «СВІЙ ЛАН» СИНЕЛЬНИКІВСЬКОГО
РАЙОНУ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Здобувач _____ Олександр ШКУРО

Керівник кваліфікаційної роботи,
доцент _____ Юрій РУДАКОВ

Дніпро – 2025

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

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

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

(підпис)

“ _____ ” _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

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

Шкуро Олександра Анатолійовича

- 1. Тема роботи: Вплив основного обробітку ґрунту на врожайність соняшника в умовах фермерського господарства «Свій лан» Синельниківського району Дніпропетровської області**
- 2. Термін подачі здобувачем завершеної кваліфікаційної роботи на кафедру “ _____ ” _____ 2024 р.**
- 3. Вихідні дані для роботи:**
 - с.-г. підприємство – фермерського господарства «СВІЙ ЛАН»
 - сільськогосподарська культура – соняшник
- 4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їй належить розробити) охарактеризувати _____ ґрунтово-екологічні та агрокліматичні умови господарства; оцінити динаміку щільності складання, пористості, продуктивної вологи (0–100 см) за різних способів основного обробітку; визначити забур’яненість посівів у ключові фази органогенезу; виміряти асиміляційну поверхню у фазах «утворення кошиків – цвітіння – налив»; оцінити структурні елементи врожаю, врожайність, лузжистість та вміст олії; встановити статистично значущі відмінності та кореляції між агрофізичними показниками і продуктивністю; провести економічну оцінку варіантів (собівартість, прибуток, рентабельність, поріг беззбитковості) за сталої ціни реалізації; сформулювати практичні рекомендації щодо вибору системи основного обробітку для умов господарства.**

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

Документація з історії полів, картографічні матеріали щодо банку насіння бур'янів і фактичного стану забур'яненості, а також генеральний план землекористування господарства.

6. Дата видачі завдання: _____

Керівник
кваліфікаційної роботи _____ Юрій РУДАКОВ
(підпис)

Завдання прийняв
до виконання _____ Олександр ШКУРО
(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

Здобувачка _____ Олександр ШКУРО
(підпис)

Керівник
кваліфікаційної роботи _____ Юрій РУДАКОВ
(підпис)

ЗМІСТ

	стр.
РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОНЯШНИКУ (огляд літератури)	9
1.1. Біологічні, морфологічні та господарські особливості соняшнику і сортові відмінності	9
1.2. Регулювання ґрунтової родючості через систему основного обробітку ґрунту при вирощуванні соняшнику	11
1.3. Оцінка впливу прийомів основного обробітку ґрунту на продуктивність соняшнику та показники економічної й енергетичної ефективності	14
1.4. Фітосанітарні наслідки систем основного обробітку: забур'яненість, вовчок соняшниковий і хвороби	16
1.5. Кліматичні ризики, водний режим і адаптація обробітку під соняшник у Північному Степу	18
РОЗДІЛ 2. УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	20
2.1. Ґрунтово-екологічна характеристика зони досліджень	20
2.2. Агрокліматична характеристика зони досліджень	23
2.3. Агрометеорологічна характеристика періоду досліджень	24
2.4. Об'єкт, методика та техніка проведення досліджень	27
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	32
3.1. Динаміка агрофізичних показників ґрунту від сівби до збирання залежно від обробітку	32
3.2. Динаміка продуктивної вологи	34
3.3. Механічний склад орного шару ґрунту за різних систем обробітку	36
3.4. Забур'яненість посівів соняшнику	37

3.5. Особливості формування листкової поверхні соняшнику під впливом різних способів обробітку ґрунту	39
3.6. Формування продуктивності гібридів соняшнику під впливом різних систем обробітку ґрунту	41
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА	43
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ	45
5.1. Дослідження стану охорони праці в фермерському господарстві	45
5.2. Аналіз виробничого травматизму в фермерському господарстві	45
5.3. Вимоги охорони праці під час перемішування, заправки та внесення пестицидів	47
5.4. Заходи з покращення стану охорони праці в фермерському господарстві	51
ВИСНОВКИ	55
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	58

РЕФЕРАТ

Тема дипломної роботи. Вплив основного обробітку ґрунту на врожайність соняшника в умовах фермерського господарства «Свій лан» Синельниківського району Дніпропетровської області

Об'єкт – процес формування посівів соняшнику на чорноземах звичайних середньосуглинкового складу

Предмет – система основного обробітку ґрунту та зумовлені нею зміни агрофізичних і фітоценотичних показників, формування врожайності й економічної ефективності.

Методи дослідження. Польовий дослід у схемі рендомізованих блоків; термостатно-вагове визначення вологи (0–100 см), кілець Качинського – для щільності складення; стандартні методики для N-NO₃, N-NH₄, рухомих P₂O₅, K₂O; облік забур'яненості маршрутним методом; біометрія та елементи структури врожаю; визначення олійності екстракційним методом; статистика – однофакторний ANOVA, НР₀₅.

Наукова новизна досліджень. Сформульовано прикладні рекомендації для умов господарства: за років із низьким ГТК доцільною є оранка 25–27 см як найбільш стійка за врожайністю та економічним результатом; плоскорізний обробіток може застосовуватися як компроміс за умови посиленого раннього контролю бур'янів і збереження мульчі; мілке дискування виправдане лише за правильно організованого вологозбереження та логістичних переваг.

Кваліфікаційна робота складається із вступу, 5 розділів, висновків і пропозицій виробництву, списку використаних літературних джерел. Загальний обсяг роботи 65 сторінок комп'ютерного тексту, включаючи 12 таблиць. Список використаних джерел складається з 77 найменувань.

Ключові слова: ОБРОБІТОК ҐРУНТУ, НАСІННЯ, ВРОЖАЙНІСТЬ, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ.

ВСТУП

Актуальність теми. Соняшник є ключовою олійною культурою Північного Степу України, однак стабільність його врожайності визначається насамперед дефіцитом ґрунтової вологи, ризиками ерозії та ущільненням орного шару. Правильний вибір системи основного обробітку дозволяє одночасно зменшити непродуктивні втрати води, покращити інфільтрацію злив, утримати мульчу на поверхні й стримати забур'яненість, що безпосередньо впливає на реалізацію потенціалу сучасних гібридів у посушливих роках. Для умов ФГ «СВІЙ ЛАН» (Синельниківський р-н) питання оптимізації обробітку набуває особливої ваги з огляду на низькі суми опадів у теплий період та часті літні посухи 0,6–0,9 за ГТК Селянинова. Саме тому експериментальна перевірка різних способів основного обробітку на фоні виробничого поля є науково й практично значущою задачею регіонального землеробства.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження узгоджується з профільними темами кафедральних і регіональних програм зі сталого землеробства та раціонального використання земель Степової зони, а також з орієнтацією господарства на впровадження вологозберігаючих технологій і мінімізацію ерозійних процесів. Окремі положення використано у навчально-методичній роботі з дисциплін «Землеробство» та «Система обробітку ґрунту».

Мета досліджень. Встановити вплив різних способів основного обробітку ґрунту (полицева оранка 25–27 см, дискування 10–12 см, плоскорізний неінверсійний 20–22 см) на водний режим, агрофізичний стан, забур'яненість, формування листкової поверхні та врожайність соняшнику в умовах ФГ «СВІЙ ЛАН» Північного Степу України.

Завдання досліджень:

– охарактеризувати ґрунтово-екологічні та агрокліматичні умови господарства;

- оцінити динаміку щільності складання, пористості, продуктивної вологи (0–100 см) за різних способів основного обробітку;
- визначити забур'яненість посівів у ключові фази органогенезу;
- виміряти асиміляційну поверхню у фазах «утворення кошиків – цвітіння – налив»;
- оцінити структурні елементи врожаю, врожайність, лузжистість та вміст олії;
- встановити статистично значущі відмінності (ANOVA, HP_{05}) та кореляції між агрофізичними показниками і продуктивністю;
- провести економічну оцінку варіантів (собівартість, прибуток, рентабельність, поріг беззбитковості) за сталої ціни реалізації;
- сформулювати практичні рекомендації щодо вибору системи основного обробітку для умов господарства.

Об'єкт – процес формування посівів соняшнику (гібрид НК Вгіо) в умовах ФГ «СВІЙ ЛАН» на чорноземах звичайних легко- та середньосуглинкового складу.

Предмет – система основного обробітку ґрунту та зумовлені нею зміни агрофізичних і фітоценотичних показників, формування врожайності й економічної ефективності.

Методи дослідження. Польовий дослід у схемі рандомізованих блоків (три повторення); термостатно-вагове визначення вологи (0–100 см), кілець Качинського – для щільності, сухе/мокре просіювання – для агрегатного складу; стандартні методики для N-NO₃, N-NH₄, рухомих P₂O₅, K₂O; облік забур'яненості маршрутним методом; біометрія та елементи структури врожаю; визначення олійності екстракційним методом; статистика – однофакторний ANOVA, HP_{05} , кореляційний аналіз; економіка – за технологічними картами й сталою ціною.

Наукова новизна. Уперше для виробничих умов ФГ «СВІЙ ЛАН» кількісно показано, як три контрастні способи основного обробітку впливають на фазову динаміку вологи в метровому профілі (0–100 см) у посушливому

році з дефіцитом опадів 35–40 %. Показано узгоджений зв'язок «щільність – запаси вологи – LAI – врожайність» і виділено критичний інтервал «цвітіння – збирання», де використовується до 86 % запасів продуктивної вологи. На очищеному технологічному фоні (без добрив і ЗЗР) ізольовано «чистий» ефект способу обробітку на водний режим і конкурентоспроможність посіву відносно бур'янів.

Практична цінність. Сформульовано прикладні рекомендації для умов господарства: за років із низьким ГТК доцільною є оранка 25–27 см як найбільш стійка за врожайністю та економічним результатом; плоскорізний обробіток може застосовуватися як компроміс за умови посиленого раннього контролю бур'янів і збереження мульчі; мілке дискування виправдане лише за правильно організованого вологозбереження та логістичних переваг. Запропоновано орієнтири порога беззбитковості та чутливості прибутку до ціни реалізації.

Особистий внесок здобувача. Автором виконано: обґрунтування мети й завдань, закладка досліду та польові обліки, відбір і підготовка зразків, лабораторні визначення, статистична й економічна обробка даних, інтерпретація результатів і підготовка тексту роботи.

Апробація результатів. Основні положення дослідження обговорені на виробничих нарадах ФГ «СВІЙ ЛАН» та навчально-науковому семінарі кафедри; підготовлено матеріали для подання тез/статті за тематикою роботи.

Кваліфікаційна робота складається із вступу, 5 розділів, висновків і пропозицій виробництву, списку використаних літературних джерел. Загальний обсяг роботи 65 сторінок комп'ютерного тексту, включаючи 12 таблиць. Список використаних джерел складається з 77 найменувань.

РОЗДІЛ 1

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОНЯШНИКУ (огляд літератури)

1.1. Біологічні, морфологічні та господарські особливості соняшнику і сортові відмінності

Соняшник (*Helianthus annuus* L.) – провідна олійна культура України, що формує високий вміст олії у насінні та має стратегічне значення для переробної галузі; його частка у структурі посівів і валовому зборі стабільно висока, особливо в умовах Степу [51, 60]. Для північного Степу Дніпропетровщини, зокрема для Синельниківського району, культура цінується за здатність ефективно використовувати весняно-літню вологу та формувати товарний урожай за змінної зволоженості років [34, 56].

Біологічні особливості. Соняшник – теплолюбна, світлолюбна, відносно посухостійка культура. Насіння проростає вже за температури ґрунту близько 6–8 °С, оптимум росту більшості органів і процесів – 20–25 °С; критичні до вологи фази припадають на бутонізацію – цвітіння та налив сім'янок [60, 3]. Культура формує потужну стрижневу кореневу систему з проникненням у ґрунт до 2–3 м, що забезпечує використання вологи з глибоких горизонтів і підвищує толерантність до літніх посух [60, 45]. Загальне водоспоживання суттєво залежить від технології та погоди; за даними польових оцінок у Степу коефіцієнт транспірації коливається у помірно високих межах, а сумарна евапотранспірація часто сягає сотень міліметрів за вегетацію, що підкреслює значення прийомів збереження вологи в ґрунті [16, 63].

Морфологічні ознаки та елементи продуктивності. Типова рослина має прямостояче стебло заввишки 1,5–2,5 м із добре розвиненою листковою поверхнею; суцвіття – кошик діаметром здебільшого 15–25 см, запилення переважно перехресне за участю комах, що покращує виповненість сім'янок [60, 3]. Основні елементи врожаю – кількість рослин на площі, число й маса

сім'янок у кошику та маса 1000 насінин; сучасні гібриди формують високий вміст олії (переважно 45–55%) за умови оптимальної агротехніки [60, 45].

Господарські особливості та вимоги до умов вирощування. Соняшник найкраще реагує на структуровані чорноземи з доброю аерацією та водопроникністю; ущільнення орного шару обмежує ріст кореня, погіршує використання вологи і може знижувати урожайність, особливо в посушливих умовах [49, 31]. У системах ґрунтозахисного землеробства прийоми мінімізації обробітку з мульчуванням стернею зменшують непродуктивні втрати води й ерозію, проте потребують ретельного контролю бур'янів і фітосанітарного стану [31, 36]. У сівозмінах недопустиме надмірне насичення соняшником через ризик нагромадження збудників хвороб і вовчка, а також виснаження вологи у профілі; оптимальні інтервали повернення культури на поле мають бути витримані [21, 40].

Сортові (гібридні) відмінності. Сучасний ринок представлений ранньо-, середньо- та середньопізньюстиглими гібридами, що різняться за інтенсивністю росту, архітектурою рослин, потенціалом урожайності та вмістом олії, а також за стійкістю до вовчка (раси А–G і вище) та основних патогенів листя й кошика [60, 13]. Широко застосовуються гербіцидні системи, для яких гібриди мають відповідну селекційну толерантність; вибір гібриду визначають ґрунтово-кліматичні умови, очікуваний рівень забур'яненості та технологічна схема господарства [13, 55]. Для Північного Степу ефективність гібридів часто корелює зі стійкістю до посухи й жаростійкістю, стабільністю виповненості сім'янок у роки з дефіцитом опадів і толерантністю до стеблового вилягання [56, 60].

Щільність стояння та просторове розміщення. Оптимальна фінальна густина в умовах північного Степу зазвичай становить 45–60 тис. рослин/га залежно від групи стиглості й вологозабезпечення; традиційна ширина міжрядь – 70 см, хоча для окремих гібридів можливе варіювання з урахуванням технологічної колії, рівня забур'яненості та можливостей техніки

[59, 60]. Неперевищення рекомендованої густоти критично важливе для збереження води й зниження конкуренції в роки з посухою [56, 59].

Взаємозв'язок біології культури з системою обробітку ґрунту. Через глибоку кореневу систему соняшник чутливий до щільності й механічної опору ґрунту саме в шарі 0–30 см, де формується більшість всмоктувальних коренів: своєчасне розпушення, усунення плужної підшви та підтримання мульчі забезпечують кращу інфільтрацію і зменшують випаровування [49, 63]. У дослідженнях для Степу показано, що за раціонального поєднання основного та передпосівного обробітку, збалансованого живлення і контролю бур'янів різні системи (від полицевої до мінімальної/No-till) можуть бути продуктивними; вирішальними є збереження вологи й фітосанітарна надійність поля [55, 57].

Комплекс біологічних і морфологічних рис соняшнику – висока теплолюбність, глибоке коріння, значне водоспоживання в критичні фази – зумовлює підвищені вимоги до структури орного шару та вологозабезпечення. Тому вибір системи основного обробітку в господарстві «СВІЙ ЛАН» має бути спрямований на накопичення і збереження ґрунтової вологи, уникнення шкідливого ущільнення та стримування ерозії, що безпосередньо визначатиме реалізацію потенціалу сучасних гібридів у посушливих умовах Північного Степу [49, 36].

1.2. Регулювання ґрунтової родючості через систему основного обробітку ґрунту при вирощуванні соняшнику

Система основного обробітку є одним із ключових важелів керування родючістю чорноземів Північного Степу, оскільки визначає стан водно-фізичних властивостей орного шару, інфільтрацію й акумуляцію опадів, повітряний режим, структуру агрегації та щільність ґрунту, а відтак – доступність елементів живлення й реалізацію потенціалу гібридів соняшнику [49, 31]. Вибір між полицевою оранкою, диференційованою мінімалізацією чи нульовим обробітком має бути зумовлений метою збереження вологи,

недопущення плужної підшви та ерозійних втрат, а також стабілізації гумусового стану в умовах частих літніх посух і нерівномірного зволоження років [36, 63].

Полицева оранка ефективно усуває ущільнені горизонти, швидко відновлює пухкість і знижує механічний опір ґрунту на глибині 20–30 см, що важливо для формування стрижневої кореневої системи соняшнику; разом із тим вона інтенсифікує мінералізацію органічної речовини та підвищує ризик непродуктивних втрат вологи через випаровування за відсутності поверхневої мульчі [49, 40]. Мінімізований і нульовий обробіток, зберігаючи стерню попередника, зменшують коливання температури та випаровування, покращують інфільтрацію опадів і знижують ерозійну небезпеку на схилах, але вимагають технологічної дисципліни щодо контролю бур'янів і поступового розв'язання проблеми поверхневого ущільнення через цілеспрямоване розпушення в роки з надмірною щільністю [31, 36].

Водно-фізичний блок родючості прямо пов'язаний із динамікою водоспоживання соняшнику. За польових оцінок у степових умовах сумарна евапотранспірація культури висока, а критичні фази – бутонізація-цвітіння-налив – збігаються з періодами дефіциту опадів; тому системи обробітку, що зберігають мульчу, забезпечують кращий водний баланс і стійкішу реалізацію елементів продуктивності в посушливі роки [16, 63]. Попередження утворення плужної підшви (локальне глибокорозпушення або періодична диференціація глибини обробітку) підвищує проникнення коренів і доступ до ґрунтової вологи 40–80 см, що особливо суттєво для гібридів із високою інтенсивністю росту стебла й кошика [49, 56].

Біологічна складова родючості – активність мікробіоти, мікоризні асоціації, швидкість мінералізації та гуміфікації – чутлива до способу обробітку. Під мульчею зростає частка стабільних агрегатів і підвищується біологічна активність верхнього шару, тоді як інверсійні прийоми можуть тимчасово зменшувати мікробну біомасу в 0–10 см, але вирівнювати її по профілю; стратегія повинна забезпечувати позитивний або принаймні

бездефіцитний баланс гумусу в сівозміні [61, 64]. Довгострокові спостереження в степових сівозмінах показують, що систематична мінімалізація з мульчею здатна сповільнювати втрати органічної речовини порівняно з інверсійним обробітком за умови збалансованого живлення та повернення рослинних решток [31, 64].

Хімічний блок родючості в технології соняшнику включає керування доступністю N-P-K і критично важливих мікроелементів, насамперед бору та сірки. На чорноземах Північного Степу оптимальне живлення тісно пов'язане з формою та просторовим розміщенням добрив: під час мінімального і нульового обробітку доцільні локальні внесення (стрічкове, припосівне) для фосфору й сірки, що підвищує їх використання за обмеженої вологи; бор ефективний у позакореневих підживленнях у фазу зірочки-початку цвітіння, коли формується кошик і насіннєвий апарат [55, 60]. У структурі сівозміни слід обмежувати частку соняшнику, щоб уникати однобічного винесення калію та бору й накопичення фітопатогенів і вовчка; інтервал повернення на поле є принциповою умовою підтримання родючості [21, 40].

Фітосанітарний і енергетичний аспекти також опосередковано регулюють родючість. Накопичення стерні в системах No-till зменшує ерозійні втрати ґрунту й поживних речовин, проте потребує системного підходу до контролю бур'янів і шкідників (моніторинг, ротація механізмів дії, агротехнічні прийоми), інакше конкуренція за вологу та живлення нівелює переваги мульчі [36, 57]. Водночас енергозбережні системи обробітку знижують сукупні витрати пального на гектар, що опосередковано дозволяє перерозподіляти ресурси на точніше живлення та вологозберігаючі операції без втрати продуктивності [49, 58].

Підсумовуючи, система основного обробітку як інструмент регулювання родючості має бути адаптивною: поєднувати збереження вологи (мульча, неінверсійні прийоми) з періодичним усуненням ущільнення, підтримувати позитивний баланс органічної речовини та забезпечувати просторово оптимізоване внесення добрив і мікроелементів. Такий підхід

створює умови для стабільної реалізації потенціалу сучасних гібридів соняшнику в господарстві «СВІЙ ЛАН» за контрастної зволоженості років і ризиків ерозії в Північному Степу [49, 63].

1.3. Оцінка впливу прийомів основного обробітку ґрунту на продуктивність соняшнику та показники економічної й енергетичної ефективності

Наукове підґрунтя та логіка оцінювання. Прийоми основного обробітку (полицева оранка, глибоке розпушення/чизелювання, мілкий неінверсійний обробіток, смуговий Strip-till та No-till) змінюють водно-фізичні властивості орного шару, умови живлення й фітосанітарний стан, від чого прямо залежать густина стояння, розмір і виповненість кошиків, маса 1000 насінин та вміст олії — ключові компоненти врожайності соняшнику в Степу [49, 31]. Для об'єктивної оцінки враховують: урожайність та її стабільність за роками різного зволоження; собівартість 1 т і рівень рентабельності; енерговитрати на 1 га й енергоефективність (відношення енергії врожаю до суми прямих і непрямих витрат) [1, 49].

Продуктивність за різних систем обробітку. Полицева оранка швидко знижує щільність і механічний опір у шарі 20–30 см, що сприяє проростанню стрижневого кореня, але за відсутності мульчі посилює випаровування та мінералізацію органічної речовини, що в посушливі роки може нівелювати переваги за врожайністю [49, 31]. Мінімальний неінверсійний обробіток і No-till із збереженням стерні поліпшують інфільтрацію, зменшують добову амплітуду температур у посіві та непродуктивні втрати води; у сухі роки це часто забезпечує не нижчу, а інколи й вищу врожайність порівняно з оранкою, тоді як у вологі роки різниця може згладжуватися або частково зміщуватися на користь інверсійних прийомів [55, 56]. Смуговий Strip-till поєднує локальне глибоке рихлення та стрічкове внесення добрив у рядок із збереженням міжряддя під мульчею, що зменшує втрати вологи й дає перевагу на легких і середніх ґрунтах за дефіциту опадів у фазі бутонізації-цвітіння [53, 12]. Ефект

усіх безвинятково систем суттєво зростає за своєчасного усунення плужної підшви та дотримання інтервалів повернення соняшнику в сівозміні (контроль вовчка й ґрунтових патогенів) [40, 21].

Фітосанітарний вимір і бур'янова компонента. Збереження мульчі в мінімізованих системах знижує ерозійні втрати, але потребує жорсткої дисципліни у контролі бур'янів і чергуванні механізмів дії гербіцидів; інакше конкуренція за вологу та живлення знижує реалізацію потенціалу гібридів [36, 57]. За належного захисту стабільність урожайності в No-till/Strip-till у посушливі роки зазвичай вища, що важливо для Північного Степу [55, 56].

Економічна ефективність (підходи та типові тенденції). Прямі витрати пального й операційний час у мінімальних і нульових системах менші, ніж за оранки; зекономлені ресурси частково перерозподіляються на точніше внесення добрив і якісніший захист посівів. Водночас зростає частка витрат на гербіциди та, інколи, на сівалки точного висіву або смугові агрегати [31, 49]. У багаторічних порівняннях собівартість 1 т соняшнику за мінімального/нульового обробітку часто знижується завдяки економії пального та меншій кількості проходів техніки; рівень рентабельності зростає, якщо врожайність не поступається оранці або перевищує її в сухі роки [17, 31]. Для управлінських розрахунків застосовують: точку беззбитковості (урожайність, за якої виручка = повні витрати) та чутливість прибутку до цін на насіння/добрива/паливо; у степових умовах саме варіабельність врожайності й ціни олієсировини є головними драйверами ризику [17, 10].

Енергетична ефективність (методика та результати). Енерговитрати формують прямі (паливо, електроенергія) та непрямі (виробництво насіння, ЗЗР, добрив, ремонти) складові; енерговихід визначають за енергією врожаю насіння (та побічної продукції за потреби). Коефіцієнт енергоефективності (Евих/Евит) у мінімальних і нульових системах зазвичай вищий через меншу частку паливної енергії у витратах на гектар; інверсійний обробіток поступається, особливо в посушливі роки, коли кожний додатковий прохід збільшує випаровування [1, 31]. Локалізація фосфорно-сірчаних і борних

підживлень у смузї живлення (Strip-till) підвищує енерговіддачу за рахунок кращого використання елементів живлення в умовах дефіциту вологи [53, 55].

Зведення доказів для умов ФГ «СВІЙ ЛАН». За кліматичних рис Північного Степу (часті літні посухи, епізодичні зливи) найвищу інтегральну віддачу зазвичай дає адаптивна система: переважно неінверсійні прийоми з мульчею + періодичне глибоке розпушення (ліквідація плужної підшви за показниками щільності) або смугове обробіткування під соняшник із локальним внесенням добрив. Така комбінація забезпечує стабільність урожайності, знижує собівартість 1 т і підвищує коефіцієнт енергоефективності без погіршення фітосанітарного стану за умови дотримання сівозмінних інтервалів і інтегрованого контролю бур'янів [49, 55].

Вибір прийому основного обробітку прямо впливає на продуктивність і ризиковий профіль вирощування соняшнику в Степу. У більшості ситуацій мінімізовані системи (у т.ч. Strip-till/No-till) за належного фітосанітарного супроводу забезпечують порівнянну або вищу врожайність у посушливі роки, нижчу собівартість і кращу енергоефективність порівняно з оранкою; періодичне глибоке розпушення лишається доцільним як «ремонтна» операція на полях із критичною щільністю ґрунту [31, 17].

1.4. Фітосанітарні наслідки систем основного обробітку: забур'яненість, вовчок соняшниковий і хвороби

Фітосанітарний стан посівів соняшнику безпосередньо формує система основного обробітку через перерозподіл насіння бур'янів у профілі, режим зволоження й мікроклімат під рослинними рештками. Інверсійний обробіток тимчасово зменшує кількість життєздатного насіння на поверхні, але виносить на денне світло давніший банк з глибших шарів і підвищує хвилеподібність сходів; мінімізовані й нульові системи з мульчею стабілізують появу сходів, проте підсилюють роль гербіцидної дисципліни та конкуренції за вологу у ранні строки [57, 31]. Практичний ефект – у мінімізованих системах критично важливо дотримуватися чергування механізмів дії, поєднувати ґрунтові й

страхові рішення та контролювати «зелені мости» післяжнивних решток [57, 44].

Вовчок соняшниковий (*Orobanche cumanica*) пов'язаний із насиченням сівозміни та скороченням інтервалів повернення культури на поле. Часте повернення соняшнику підвищує інфекційний фон і селекційний тиск на раси паразита, що швидко нівелює ефект стійких гібридів. Оптимальна стратегія включає: дотримання інтервалів у сівозміні, використання гібридів зі стійкістю до актуальних рас і суворий контроль падалиці, яка слугує «резервуаром» для збереження расового складу вовчка [21, 60]. Система обробітку тут працює опосередковано: інверсія розриває частину кореневих зв'язків і зменшує контакт насіння вовчка з коренями-хазяїнами в поточному сезоні, тоді як мульча й неінверсія знижують ерозійне перенесення насіння, але вимагають довшого інтервалу ротації й акуратної роботи з падалицею [21, 60].

Патокомплекс листка й кошика (фомоз, фомопсидоз, білі та сірі гнилі) чутливий до вологості приземного шару. Під мульчею добові коливання температури й випаровування менші, але при загущенні та надлишку вологи підвищується ризик ураження генеративних органів; тут значущі правильний вибір густоти, провітрюваність посіву, збалансоване живлення та видалення уражених решток [60, 53]. На полицевому обробітку нижча частка поверхневих решток зменшує тривалість зволоження прикореневої зони, проте зростає ймовірність ерозійного поширення інокулюму на схилах і прискорюється мінералізація органіки, що опосередковано знижує природні механізми біологічного стримування [53, 36].

Для мінімізованих систем ключовими показниками моніторингу є забур'яненість (шт./м²) у фазі «3–6 листків» і перед змиканням міжрядь, частка рослин, уражених вовчком, а також інтенсивність хвороб у фазі цвітіння-наливу. Практично важливо тримати «порогові» значення нижче, ніж у системах з оранкою, оскільки конкуренція бур'янів за вологу й азот швидше конвертується у втрати врожайності за мульчування [57, 56]. Висновок для

господарства з посушливими роками простий: мінімізовані системи дають фітосанітарну стабільність лише за умови дисципліни у ротації механізмів дії, точності строків і доз та підтримання інтервалів повернення соняшнику в сівозміні [44, 21].

1.5. Кліматичні ризики, водний режим і адаптація обробітку під соняшник у Північному Степу

Кліматичний фон Північного Степу визначається високою міжрічною мінливістю опадів, частими літніми посухами та епізодичними пиловими бурями; критичні для соняшнику фази – бутонізація, цвітіння й налив – часто припадають на періоди дефіциту опадів і підвищених температур [2, 54]. За польовими оцінками сумарна евапотранспірація соняшнику у степових умовах становить кілька сотень міліметрів за вегетацію й різко залежить від запасів вологи у 0–100 см на початок вегетації та від здатності системи обробітку зменшувати випаровування з поверхні [16, 63].

Мульча стерні попередника у мінімізованих системах і No-till стабілізує інфільтрацію зливових опадів, знижує добову амплітуду температур ґрунту та непродуктивні втрати води; у «сухі» роки це часто трансформується у кращу виповненість кошиків і вищу масу 1000 насінин за однакових норм висіву [16, 56]. Полицева оранка швидко усуває ущільнення, однак за відсутності післяоранної мульчі прискорює підсушування верхнього шару, що у поєднанні з вітровим навантаженням підвищує ризик втрати продуктивної вологи навесні [49, 36]. Оптимальна стратегія – адаптивна: базова мінімізація з мульчуванням плюс періодичне цільове глибоке розпушення за перевищення граничної щільності в шарі 20–35 см, коли виявляють плужну підшву за пенетрометрією або польовими ознаками [53, 49].

Елементами адаптації до гідротермічної мінливості є корекція густоти стояння під прогноз зволоження (зменшення густоти у роки з очікуваним дефіцитом опадів, щоб знизити міжрослинну конкуренцію за вологу), локалізація фосфорно-сірчаних і борних підживлень у смузі живлення (Strip-

till/стрічкове внесення) та раціональне розпушення, яке не руйнує поверхневу мульчу [53, 11]. На фоні мульчі це підвищує ефективність використання ґрунтової вологи в критичні фази, скорочує ризик термостресу суцвіття й стабілізує водовіддачу врожаю у «сухі проти вологих» років [16, 63].–

Для виробничого моніторингу варто фіксувати: запаси вологи в 0–100 см до сівби й перед бутонізацією, показники щільності та проникності в 0–30 см, інтенсивність поверхневого стоку після злив і динаміку температури ґрунту під мульчею. Саме ці індикатори найточніше відбивають, чи працює обрана система обробітку як «вологозберігачна технологія» і чи немає прихованого ущільнення, що обмежує вертикальне розгортання кореня у фазі закладання кошика [53, 36]. У підсумку, в умовах Північного Степу найстійкіші результати забезпечує поєднання мульчувальних, неінверсійних прийомів із точковим «ремонтним» глибоким розпушенням і локалізованим живленням – така конфігурація краще узгоджується з водним режимом регіону й дає змогу реалізувати потенціал сучасних гібридів за контрастної погоди [56, 16].

РОЗДІЛ 2

УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Ґрунтово-екологічна характеристика зони досліджень

Зона досліджень розташована в межах Північного Степу України (Синельниківський р-н Дніпропетровської обл.; орієнтовно 48,2–48,4° пн. ш., 35,3–35,6° сх. д.), рівнинна хвиляста поверхня з абсолютними відмітками близько 120–160 м. Рельєф слабохвилястий, зі схилами переважно 1–3°, локально до 5°, балковою сіткою й тимчасовими водотоками. Клімат помірно-континентальний, посушливий, із жарким літом і малосніжною зимою [34, 50].

Температурний режим. Середня багаторічна температура повітря становить близько 9,0–10,0 °С; середні температури січня –4...–2 °С, липня 21–23 °С. Сума активних температур >10 °С за сезон – орієнтовно 3 200–3 600 °С, тривалість періоду з $t > 5$ °С — 210–230 діб, з $t > 10$ °С – 170–190 діб [54, 2].

Опади та зволоження. Річна сума опадів за нормою 380–460 мм, із яких 65–70 % припадає на теплий період (квітень–жовтень). Характерна висока міжрічна мінливість та літні посухи, можливі пилові бурі навесні за дефіциту вологи в орному шарі [2, 54].

Гідротермічні умови. За гідротермічним коефіцієнтом Селянинова (ГТК = $\Sigma P / (0,1 \Sigma t > 10$ °С)) у вегетаційний період характерні значення 0,6–0,9 (аридні до слабкоаридних умов), з падінням до 0,4–0,5 у посушливі роки та підйомом до ~1,0 у вологі сезони. Випаровуваність зазвичай перевищує надходження опадів у червні–серпні, тому водозбереження – визначальний елемент технології [54, 16].

Ґрунтовий покрив сформований на лесових і лесовидних суглинках, переважають чорноземи звичайні (типові для Північного Степу) різного ступеня гумусованості; локально трапляються чорноземи на карбонатних суглинках, комплекси з темно-каштановими ґрунтами, а в мікропониженнях –

осолоділі/солонцюваті варіанти та плями солонців/солончаків (окаті солонцюваті прошарки) [32, 50].

Морфологія профілю. Гумусовий горизонт А – здебільшого 30–45 см, перехідний АВ – 45–60(70) см; ілювіально-карбонатний Вк з інтенсивним «скипанням» 60–100 см і нижче; колір від темно-сірого до чорного у верхніх горизонтах, структура грудкувато-зерниста, добре агрегована. Повна пористість висока, водопроникність добра; у надмірно ущільнених ділянках формується плужна подошва на 20–30 см [32, 36].

Генезис. Чорноземоутворення відбувалося під дернинною степовою рослинністю за періодично-контрастного зволоження/висушення, з активним акумулюванням кальцію і формуванням карбонатного горизонту; у зниженнях можливе періодичне засолення/солонцюватість унаслідок близького залягання засолених порід і капілярного підняття розчинів [32, 36].

Вміст гумусу (за Тюрінім): зазвичай 2,8–3,8 % у шарі 0–30 см (залежно від агроосвоєння, рельєфу та насичення сівозміни просапними); у мікропониженнях можливе підвищення, на випуклих елементах — зниження [32, 50].

Кислотність (рН водн.): нейтральна – слабколужна, рН 6,8–7,6; гідролітична кислотність низька, ступінь насичення основами високий (>90 %) [32, 34].

Забезпеченість елементами живлення: рухомий фосфор – переважно середня/підвищена (80–150 мг P_2O_5 /кг за прийнятою методикою); обмінний калій – зазвичай підвищений/високий (120–200 мг K_2O /кг); мінеральний азот навесні (0–30 см) – 10–25 мг/кг з високою варіабельністю за попередниками й погодою [50, 32].

Сума поглинених основ: орієнтовно 28–35 мг-екв/100 г, з домінуванням Ca^{2+} і Mg^{2+} ; вміст карбонатів кальцію зростає від 60–100 см униз за профілем [32, 34].

Механічний склад: легко- та середньосуглинкові різновиди (вміст фізичної глини <0,01 мм здебільшого 36–48 %); показники водотривкості

агрегатів добрі, але чутливі до руйнування за інтенсивного механічного впливу в перезволоженому стані [32, 50].

Родючість і потенціал. Чорноземи звичайні мають високий природний потенціал продуктивності за умови підтримання структури орного шару, збереження органічної речовини та вологозберігаючого режиму. Для культур посушливої адаптації (соняшник, просапні, тверді сорти пшениці) створюються передумови стабільної реалізації потенціалу за дотримання технологічної дисципліни [34, 60].

Екологічні обмеження. Вітрова й водна ерозія на відкритих ділянках і легших за гранулометрією ґрунтах; потребує мульчувальних технологій, мінімізації обробітку, контурної організації території та лісосмуг [36, 50].

Ущільнення (плужна подошва 20–30 см) внаслідок повторюваних проходів важкої техніки; рекомендовані періодичні глибокорозпушення за даними пенетрометрії й обмеження руху техніки в перезволоженому стані [50, 31].

Локальне засолення/солонцюватість у мікропониженнях і на терасах із близьким заляганням солонцюватих порід; потребує дренажно-меліоративних і ґрунтополіпшуючих заходів (гіпсування за показниками) та добору культур/гібридів, толерантних до солей на проблемних плямах [36, 32].

Дефіцит вологи у критичні фази вегетації, висока випаровуваність у червні–серпні; необхідні мульча, неінверсійні прийоми, корекція густоти та локальне внесення P-S-B у смугі живлення [16, 54].

Оцінка придатності ґрунтів. Для соняшнику ґрунти господарства загалом високої придатності: нейтральна рН-реакція, високий ступінь насичення основами, добрі водно-фізичні властивості й достатній вміст калію; обмеження – ризику посухи, ерозії, локальної солонцюватості та фітосанітарні ризику (вовчок) за надмірного насичення сівозміни культурою [60, 21]. За умов дотримання вологозберігаючої системи обробітку, стриманої густоти й інтегрованого захисту очікувані рівні продуктивності соняшнику в

дощозалежному землеробстві Північного Степу є стабільними, із максимальною реалізацією потенціалу у роки з ГТК $\geq 0,8$ [16, 54].

2.2. Агрокліматична характеристика зони досліджень

Дослідна територія розташована в межах Північного Степу України (Синельниківський район Дніпропетровської області), для якого типовий помірно континентальний, посушливий клімат із жарким літом, малосніжною зимою та високою міжрічною мінливістю опадів. Теплий період триває з тривалою сонячною інсоляцією, а більшість опадів має зливовий, конвективний характер. Весною можливі пилові бурі за дефіциту вологи в орному шарі та сильному вітрі [54, 2].

Середньорічна температура повітря становить близько 9,0–10,0 °С. Січень зазвичай $-4...-2$ °С, липень 21–23 °С; абсолютні мінімуми сягають $-28...-32$ °С, абсолютні максимуми 38–41 °С. Сума активних температур (>10 °С) за вегетацію – орієнтовно 3200–3600 °С; період із $t>5$ °С триває 210–230 діб, із $t>10$ °С – 170–190 діб. Безморозний період у середньому 160–180 діб; імовірні пізні весняні заморозки до кінця квітня – початку травня та ранні осінні – на початку жовтня. Для сільськогосподарських культур, зокрема соняшнику, критичними є спекотні періоди під час бутонізації–цвітіння, коли підвищена температура посилює транспірацію та ризик стерильності частини квіток за дефіциту вологи [54, 2].

Річна сума опадів у нормі 380–460 мм, із них 65–70 % припадає на квітень–жовтень; опади розподілені нерівномірно, у травні–липні переважають короткотривалі зливи. Гідротермічний коефіцієнт Селянинова ($\text{ГТК} = \Sigma P / (0,1 \cdot \Sigma t > 10 \text{ } ^\circ\text{C})$) зазвичай 0,6–0,9 (слабкоаридні умови), у посушливі роки знижується до 0,4–0,5, у вологі – наближається до $\sim 1,0$. Протягом червня–серпня потенційне випаровування (E_{T_0}) стабільно перевищує атмосферні опади, формуючи водний дефіцит у критичні фази росту (бутонізація–цвітіння–налив) на рівні 120–200 мм залежно від року, що зумовлює першочерговість вологозберігаючих технологій [16, 54].

Панують вітри західного та північно-західного, а також східного секторів залежно від сезону; середня швидкість часто 3–5 м/с, із поривами 15–25 м/с, епізодично до більш високих значень, що підвищує ризик вітрової ерозії на розкритому ґрунті. Вітровий режим різко збільшує випаровування з поверхні ґрунту в безмульчових системах. Локальні мікрокліматичні особливості дослідної ділянки зумовлені слабохвилястим рельєфом (схили 1–3°): у пониженнях акумулюється волога й холодне повітря (ризик ранкових інверсій і приморозків), на вододілах – вища швидкість вітру та інсоляція; лісосмуги знижують швидкість вітру й пилову дефляцію, покращуючи снігозатримання [36, 50].

Забезпеченість теплом висока: сума $t > 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ достатня для повного циклу вегетації теплолюбних культур (соняшник, кукурудза), а для озимих зернових – для формування генеративних органів за умови своєчасної сівби. Водночас обмежувальним фактором є нестача вологи в літні місяці та нерівномірність опадів. Для соняшнику клімат регіону загалом відповідає біологічним вимогам (висока теплообезпеченість, довгий період інсоляції), але вимагає технологій, що мінімізують випаровування та ерозію: мульча, неінверсійні прийоми й/або смуговий обробіток зі стрічковим внесенням добрив, корекція густоти стояння під прогноз гідротермії, а також урахування фітосанітарних ризиків у «коротких» ротаціях [60, 16]. Потенційні ризики для вирощування – літні посухи, суховії, локальні пилові бурі, градові зливи, а навесні – пізні заморозки; їх вплив пом'якшується за рахунок мульчування, контурного землеробства, лісосмуг та своєчасного усунення плужної підшви для покращення інфільтрації опадів [56, 54].

2.3. Агрометеорологічна характеристика періоду досліджень

За даними локальної метеостанції (табл. 1) 2025 рік у межах Синельниківського району характеризувався підвищеним температурним фоном і хронічним дефіцитом опадів у ключові для соняшнику фази органогенезу. Узимку спостерігалось істотне потепління: у січні та лютому

середньодобова температура перевищила норму на +2,8 °С та +5,1 °С за одночасного значного браку опадів, тоді як березень був прохолоднішим і сухішим за норму, що стримувало прогрівання ґрунту та формування весняного вологозаряду. У квітні погодні умови різко поліпшилися завдяки теплішому тлу (+2,9 °С до норми) при помірному дефіциті опадів, що забезпечило ранню сівбу й дружні сходи. Травень виявився прохолоднішим і сухішим, що створило ризик тимчасового водного обмеження на етапі інтенсивного росту листкової поверхні та кореневої системи.

Таблиця 1

**Середньодобова температура та опади,
згідно з Синельниківської метеостанцією за 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

Початок літа супроводжувався стійким підвищенням температур: червень був на +2,2 °С теплішим за норму, липень і серпень – близькі до норми, але на тлі виразного дефіциту опадів у червні та липні. Саме цей відрізок збігся з критичним «вікном» для соняшнику – бутонізацією, цвітінням

і початком наливу, коли потреба у воді максимальна, а потенціал випаровування високий; у денний час повітря часто прогрівалося до +34...+39 °С при низькій відносній вологості, а температура ґрунту в шарі 0,05–0,15 м утримувалася на рівні близько 24–27 °С. Вересень продовжив теплий тренд (+2,1 °С до норми) за дуже низьких опадів, що прискорювало дозрівання, але обмежувало тривалість наливу й можливість поповнити вологу орного шару перед осінньо-зимовим періодом; жовтень і листопад були близькі або тепліші за норму з триваючим дефіцитом опадів, тому осіннє відновлення запасів продуктивної вологи залишилося слабким.

Узагальнено за квітень–вересень випало лише 135 мм опадів проти 209 мм за середньобогаторічними даними, що відповідає дефіциту близько 35 %, а за червень–липень – лише 45 мм проти 90 мм, тобто удвічі менше норми. За січень–листопад сума опадів становила 258 мм при кліматичній нормі 416 мм (дефіцит близько 38 %). Середня температурна умова в інтервалі квітень–вересень склала приблизно 19,3 °С проти 18,3 °С за нормою, що підсилювало випаровувальний попит і прискорювало висушування верхніх горизонтів.

З огляду на зазначені умови інтерпретацію результатів за темою «Вплив основного обробітку ґрунту на врожайність соняшника» слід проводити крізь призму стійкого водного стресу. Системи, що зберігають мульчу та мінімізують механічні втручання, зменшували непродуктивні втрати води, стабілізували температуру поверхневого шару та поліпшували інфільтрацію злив, тоді як на ділянках із плужною подошвою періодичне глибоке розпушення забезпечувало доступ коренів до вологи 40–80 см саме в червні–липні. Локалізоване внесення фосфорно-сірчаных і борних добрив у смуги живлення зменшувало ризик поверхневих втрат у перегрітому та сухому верхньому шарі й підвищувало коефіцієнт використання елементів живлення. За низького гідротермічного коефіцієнта доцільною була стримана густина стояння для зниження конкуренції за вологу і збереження виповненості кошика. Сукупність цих метеорологічних факторів визначила, що у 2025 році вирішальними для реалізації потенціалу врожайності були вологозберігаючий

характер основного обробітку, своєчасне усунення ущільнення та просторово локалізоване живлення у зоні активного коренеутворення.

2.4. Об'єкт, методика та техніка проведення досліджень

Об'єкт і місце досліджень. Досліди виконували у виробничих умовах фермерського господарства «СВІЙ ЛАН» у зоні Північного Степу на чорноземах звичайних легко- та середньосуглинкового гранулометричного складу. Рельєф слабохвилястий, поле вирівняне, дренавання природне. Ділянки однорідні за агрофізичним станом і попередньою історією обробітку.

Схема фактору «основний обробіток ґрунту». Випробовували три контрастні прийоми, які формують різний рівень інверсії орного шару та збереження рослинних решток:

- полицева оранка на 25–27 см (контроль);
- дискування на 10–12 см;
- плоскорізний (неінверсійний) обробіток на 20–22 см.

Перед основним обробітком на всіх варіантах виконували вирівнювальні лущення стерні у два проходи: 8–10 та 10–12 см. Навесні – боронування по фізичній стиглості та передпосівну культивуацію на 5–6 см для вирівнювання посівного ложа.

Схема і закладка досліду. Дослід однофакторний, у схемі рандомізованих блоків із триразовим повторенням. Розмір облікової ділянки не менше 50–100 м² з охоронними смугами (по одному міжряддю) та крайовими відступами не менше 5 м. Розміщення варіантів у повтореннях – випадкове, з латинізацією послідовностей, щоб мінімізувати вплив мікрорельєфу. Обробітки проводили в однакові календарні «вікна» та за однакової вологості ґрунту для всіх варіантів.

Культура, сортовий матеріал і сівба. Вивчали середньоранній гібрид соняшнику NK Brio (Syngenta). Норма висіву встановлювалася під цільову кінцеву густоту 50–55 тис. рослин/га; з урахуванням польової схожості та втрат у полі фактична норма насіння становила 58–62 тис. схожих насінин/га.

Міжряддя 70 см, глибина загорання 5–6 см. Сівбу здійснювали пневматичною сівалкою точного висіву з контролем відстані у рядку та рівномірності загорання.

Живлення і захист. Для чистоти оцінювання впливу саме основного обробітку мінеральні добрива та засоби хімічного захисту не застосовували. Рослинні рештки попередника та післяжнивні залишки повертали в ґрунт як джерело органічної речовини. Фітосанітарний стан (бур'яни, хвороби, шкідники) обліковували впродовж вегетації, втручання не проводили, що дозволило оцінити «інтегральну» дію обробітку на водний режим, конкурентоспроможність посіву та фітосанітарне тло.

Методи спостережень і аналітичні визначення

Ґрунтова волога. Запаси продуктивної вологи визначали термостатно-ваговим методом у профілі 0–100 см через кожні 10 см у фенологічні етапи «сходи», «цвітіння» та «повна стиглість». Висушування проводили до сталої маси за 105 ± 2 °С. На кожній ділянці відбирали не менше трьох точок з наступним усередненням.

Щільність складання. Об'ємну масу ґрунту вимірювали циліндрами кільцевого типу (кільця Качинського 100 см^3) у шарах 0–10, 10–20 і 20–30 см у ті ж терміни, що і вологість. Зразки висушували до сталої маси, щільність обчислювали як відношення маси сухого зразка до об'єму кільця.

Агрегатний стан і водотривкість. Структурно-агрегатний склад визначали сухим просіюванням (сітки стандартного ряду) у шарі 0–30 см; водоміцність агрегатів – методом мокрого просіювання з попереднім капілярним зволоженням проб. Розраховували частку агрономічно цінних фракцій (0,25–10 мм) та індекси водотривкості.

Забезпеченість елементами живлення. У шарах 0–10, 10–20, 20–30 см визначали: нітратний азот – колориметрично; амонійний – колориметрично з реактивом Несслера; рухомі форми фосфору (P_2O_5) і калію (K_2O) – за прийнятою регіональною методикою (екстракція з подальшою

фотометрією/фотометрично-пламенним аналізом). Відбір – у фази «сходи», «цвітіння», «повна стиглість».

Органічна речовина. Вміст загального гумусу визначали методом Тюріна в модифікації окиснення за Никитіним на змішаних пробах 0–10, 10–20, 20–30 см у фазу «повна стиглість». Паралельно оцінювали реакцію ґрунтового розчину (рНводн.) і вміст карбонатів у перехідних горизонтах для інтерпретації агрохімічного фону.

Мікробіологічні показники. Кількість основних екологічно-трофічних груп обліковували висівом ґрунтової суспензії на селективні середовища: целюлозоруйнуючі – на агар Гетчинсона; амоніфікатори – на МПА; нітрифікуючі/асимілятори мінерального азоту та актиноміцети – на КАА; аеробні фіксатори азоту – на середовище Ешбі; мікроміцети – на Чапека (підкислене). Інкубування за 28 ± 1 °С упродовж 5–7 діб; результати наводили у КУО·10⁶ (бактерії) або КУО·10³ (гриби) на 1 г абсолютно сухого ґрунту для фаз «сходи», «цвітіння», «повна стиглість».

Біометричні та врожайні показники соняшнику

Польова схожість і густина. Облік сходів та кінцевої густоти проводили маршрутним методом у фіксованих облікових ділянках (не менше 4 реплік по 7–10 погонних метрів рядка на кожній ділянці). Розраховували польову схожість, збереженість рослин до збирання та варіацію густоти.

Морфоструктура врожаю. У фазі цвітіння та на початку повної стиглості визначали висоту рослин, діаметр кошика, кількість та масу виповнених сім'янок, масу 1000 насінин. Окремо оцінювали стан листкового апарату (площа листків вибірково, індекс ЛАІ) для непрямой інтерпретації водного стресу.

Лузжистість і олійність. Лузжистість визначали лабораторним обрушуванням на представницькій пробі; вміст олії – екстракційним методом на висушеному до стандартної вологості насінні з перерахунком на абсолютно суху речовину. За потреби обчислювали вихід олії з 1 га (т/га) як добуток урожайності насіння та частки олії.

Урожайність. Збирання – суцільне в межах облікової площі кожної ділянки у фазі повної стиглості. Урожайність приводили до 100 % чистоти та базисної вологості для соняшнику.

Енергетична та економічна оцінки. Витрати енергії обліковували за статтями: паливо-мастильні матеріали (на операцію), насіння, обслуговування техніки й амортизація, лабораторно-аналітичні роботи. Енерговихід визначали за довідниковими коефіцієнтами енергоємності продукції соняшнику з урахуванням насіння (за потреби – і побічної продукції). Розраховували сумарні витрати енергії (ГДж/га), енерговихід (ГДж/га) та коефіцієнт енергоефективності (Евих/Евит).

Економіка. Собівартість продукції визначали за технологічними картами, використовуючи сталі ціни 2023 р. Розраховували чистий прибуток, рівень рентабельності та поріг беззбитковості. Порівняння між варіантами проводили на єдиній ціновій та операційній базі.

Оброблення даних і статистика. Первинні дані верифікували на наявність викидів, перевіряли нормальність розподілу та однорідність дисперсій. Порівняння середніх виконували однофакторним ANOVA з наступним встановленням найменшої істотної різниці (HP_{05}) для парних зіставлень. Додатково оцінювали кореляційні зв'язки між агрофізичними показниками та елементами структури врожаю. Обчислення проводили в MS Excel із валідацією формул і ручною перевіркою критичних кроків.

Технічне забезпечення й контроль якості. Механізовані операції виконували штатними агрегатами господарства з протоколюванням глибини та швидкості проходу; глибину обробітку контролювали щупами та викопуванням борозен. Відбір ґрунтових і рослинних проб здійснювали за маршрутною сіткою з фіксацією координат, інструменти після кожного відбору дезінфікували. Для кожного аналітичного визначення застосовували подвійні паралелі та контрольні бланки, лабораторні прилади калібрували перед серіями вимірювань.

Коротка характеристика гібриду. НК Вгіо – середньоранній гібрид, толерантний до жарко-посушливих умов Північного Степу, зі стійкістю до основних хвороб кошика й листка та імунітетом до рас вовчка А–Е. Рослини середньорослі (до 170 см), стебло міцне, вилягання не відмічається. За належної агротехніки формує високий потенціал урожайності при підвищеній олійності насіння. Для максимальної реалізації потенціалу потребує рівномірної густоти стояння та вологозберігаючої технології обробітку.

Вибрана методика дає змогу відокремити внесок саме системи основного обробітку у формування водного режиму й агрофізичного стану орного шару та простежити, як ці зміни транслюються у структуру врожаю, урожайність, енергетичні та економічні показники соняшнику в реальних виробничих умовах господарства.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Динаміка агрофізичних показників ґрунту від сівби до збирання залежно від обробітку

Вивчення агрофізичних властивостей орного шару 0–30 см є ключем до керування повітряно-водним режимом ґрунту, що визначає стартові умови проростання, інтенсивність кущення та стабільність продуктивності культур у посушливих умовах Північного Степу; тому порівняння різних систем основного обробітку за щільністю, пористістю та водним станом дозволяє оцінити їх реальний вплив на формування продуктивних запасів вологи від сівби до збирання. За оранки зафіксовано найменшу початкову щільність 1,12 г/см³ зі зростанням до 1,27 г/см³ на збирання, тоді як за дискового та плоскорізного обробітків щільність на початку була вищою – відповідно 1,18 і 1,19 г/см³ – і підвищилася до 1,29–1,30 г/см³; це свідчить, що оранка найкраще розпушує ґрунт на старті, але демонструє більшу сезонну усадку, тоді як мінімальні та поверхневі системи формують щільнішу, зате більш стабільну структуру.

Таблиця 2

Агрофізичні властивості ґрунту в шарі 0–30 см (2025 р.)

Обробітку ґрунту		
оранка	дисковий	плоскорізний
Щільність ґрунту, г/см ³		
1,12/1,27*	1,18/1,29	1,19/1,30
Загальна пористість, %		
51,1/51,2	50,9/50,0	51,0/49,9
Вологість стійкого в'янення		
12,6	12,6	12,7
Вологість ґрунту, %		
23,2/16,9	23,0/16,8	22,4/16,5
Продуктивні запаси вологи, мм		
39,2/19,0	38,8/18,9	35,0/15,9

* сівба/збирання

Загальна пористість за оранки практично не змінилася (з 51,1 до 51,2 %), що перебуває в межах варіації вимірювань, тоді як за дискового й плоскорізного обробітків вона зменшилася відповідно з 50,9 до 50,0 % та з 51,0 до 49,9 %, що узгоджується з фіксованим приростом щільності. Початковий вміст вологи у ґрунті був високим і близьким між системами: 23,2 % за оранки, 23,0 % за дискового і 22,4 % за плоскорізного обробітку при вологості стійкого в'янення 12,6–12,7 %, що забезпечило найбільші продуктивні запаси води на момент сівби саме за оранки – 39,2 мм, практично ідентичні за дискового – 38,8 мм, і помітно нижчі за плоскорізного – 35,0 мм; отже на старті оранка мала приблизно на 12 % більше доступної вологи, ніж плоскорізний варіант, тоді як різниця між оранкою і дискуванням становила близько 1 %. Протягом вегетації запаси вологи зменшилися синхронно: за оранки з 39,2 до 19,0 мм (зниження близько на половину), за дискового з 38,8 до 18,9 мм, за плоскорізного з 35,0 до 15,9 мм; частка використаної вологи була близькою у всіх системах, але відносні втрати дещо більші за плоскорізного обробітку через нижчий початковий запас і вищу кінцеву щільність. На час збирання відмінності збереглися: оранка і дискування мали майже однакові продуктивні запаси (19,0 проти 18,9 мм), тоді як плоскорізний варіант поступався на 3,1 мм і характеризувався найвищою щільністю 1,30 г/см³ та найнижчою пористістю 49,9 %, що потенційно обмежує інфільтрацію і аерацію у фазі наливу зерна; водночас усі значення щільності залишаються в прийнятних для чорноземів межах, тому ознак критичної деградації структури не зафіксовано. Узагальнюючи, оранка забезпечує найкращі стартові фізичні умови і найбільший початковий запас доступної води, дискування практично не поступається оранці за водним режимом на збирання попри дещо вищу щільність, а плоскорізний обробіток підтримує структурну стабільність протягом сезону, але має систематично нижчі запаси доступної вологи на сівбу і збирання та найвищу кінцеву щільність, що може підвищувати ризик водного стресу у посушливі роки; позначення у таблиці «сівба/збирання»

підтверджують, що наведені тенденції є сталими у часовому розрізі і відображають реальну динаміку параметрів у сезоні 2025 р.

3.2. Динаміка продуктивної вологи

Динаміка продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту під соняшником є ключовим індикатором водозабезпечення критичних фаз органогенезу, оскільки саме період від формування кошика до завершення наливу визначає не лише реалізацію потенціалу насінневої продуктивності, а й чутливість культури до атмосферно-ґрунтової посухи; тому порівняння систем обробітку дає змогу оцінити, чи зберігаються між ними відмінності на всіх етапах вегетації, чи вони нівелюються до збирання. На етапі сходів запаси продуктивної вологи були високими і близькими між варіантами: за оранки 143,1 мм, за плоскорізного обробітку 142,1 мм, за дискового 141,0 мм, тобто стартова перевага оранки відносно дискування становила 2,1 мм, а відносно плоскорізного – 1,0 мм; це відображає ефект глибшого розпушення на акумуляцію зимово-весняної вологи. До фази формування кошика конфігурація лідерів змінилася: найвищі запаси зафіксовано за дискування 112,1 мм, тоді як за оранки – 110,1 мм, за плоскорізного – 109,8 мм; отже дискування мало невелику, але стабільну перевагу у межах 2,0–2,3 мм над іншими системами, що може свідчити про дещо менші втрати на випаровування за щільнішої, але рівнішої поверхні. У фазу цвітіння знову переважає оранка 65,4 мм проти 64,2 мм за плоскорізного та 63,5 мм за дискового обробітку; різниця між оранкою і дискуванням становила 1,9 мм, між оранкою і плоскорізом – 1,2 мм, тобто глибший обробіток краще утримав гравітаційну і капілярну вологу до моменту пікового водоспоживання. До збирання запаси різко скоротилися і зблизилися: 8,9 мм за оранки, 8,5 мм за дискування і 9,1 мм за плоскорізного обробітку; відмінності у межах 0,2–0,6 мм практично не мають агрономічного значення і свідчать про майже повне використання доступної води рослинами. Фазова інтенсивність споживання вологи була найбільшою між цвітінням і збиранням: за оранки використано

56,5 мм, за дискування 55,0 мм, за плоскорізного 55,1 мм, що відповідає зменшенню відносно запасів на початку цієї фази приблизно на 85,8–86,6 %; на попередніх інтервалах зниження було помірнішим – від сходів до кошика 28,9–33,0 мм, від кошика до цвітіння 44,7–48,6 мм залежно від системи (табл. 3).

Таблиця 3

Динаміка продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту під посівами соняшнику за різних систем обробітку, мм (2025 р.)

Фази розвитку	Оранка	Дисковий	Плоскорізний
Сходи	143,1	141,0	142,1
Формування кошика	110,1	112,1	109,8
Цвітіння	65,4	63,5	64,2
Збирання	8,9	8,5	9,1
НІР _{05, мм}	1,3	1,4	1,3

У підсумку за сезон від сходів до збирання було використано 134,2 мм за оранки, 132,5 мм за дискування і 133,0 мм за плоскорізного обробітку, тобто 93,6–94,0 % початкових запасів, а залишкові значення становили лише 6,0–6,4 %, що підкреслює високий водний попит соняшнику в умовах 2025 р. Сукупно це означає таке: на старті глибший обробіток дещо покращує акумуляцію вологи, у середині вегетації дискування тимчасово вирівнює або навіть випереджає за запасами, у фазі цвітіння оранка знову має невелику перевагу, однак до збирання різниця між системами практично зникає через домінування біологічного водоспоживання над відмінностями у структурі орного шару; з огляду на це головним чинником стабільності водного режиму виявляється не стільки тип основного обробітку, скільки здатність агроценозу оперативно використовувати накопичену вологу в критичні фази, що диктує доцільність поєднання обраної системи обробітку з прийомами мульчування, своєчасного контролю бур'янів і оптимізації густоти, аби мінімізувати непродуктивні втрати.

3.3. Механічний склад орного шару ґрунту за різних систем обробітку

Механічний склад 0–30-сантиметрового шару є відносно сталою (генетично зумовленою) характеристикою, яка визначає водоутримувальну здатність, фільтрацію, повітряний режим, буферність і агрономічну структуру чорнозему, тому його деталізований аналіз потрібен для коректного тлумачення різниць у вологонакопиченні та щільності під впливом прийомів обробітку. У всіх варіантах зафіксовано високу частку фізичної глини <0,01 мм – 65,9 % за оранки, 65,1 % за дискування та 66,9 % за плоскорізного обробітку, що відповідає важкосуглинковому – глинистому гранулометричному складу з підвищеною ємністю вологи і катіонного обміну, але водночас зі схильністю до зниження інфільтрації та повітропроникності за ущільнення (табл. 4).

Таблиця 4

Механічний склад ґрунту в тридцятисантиметровому шарі за різних систем обробітку (2025 р.)

Вміст (%) механічних елементів та їх розміри (мм)						Вміст фізичної глини, %
(1-0,25 мм)	(0,25-0,05 мм)	(0,05-0,01 мм)	(0,01-0,005 мм)	(0,005-0,001 мм)	(< 0,001 мм)	
Оранка						
1,0	3,4	33,2	13,1	15,2	37,6	65,9
Дисковий						
1,1	3,5	34,6	12,2	17,3	35,6	65,1
Плоскорізний						
1,1	3,5	33,2	12,2	18,0	36,7	66,9

Структура дрібних фракцій дещо варіює між системами: за оранки найбільша частка власне глини <0,001 мм 37,6 % за дещо меншої частки пилюватих частинок 0,005–0,001 мм 15,2 % і підвищеної частки 0,01–0,005 мм 13,1 %, що формує виражений «глинистий» профіль і потенційно підсилює водоутримання у політичному значенні вологості; дискування характеризується мінімальною часткою <0,001 мм 35,6 % та максимальною часткою крупнішого пилу 0,05–0,01 мм 34,6 %, що може дещо покращувати капілярну провідність і вирівнювати водний режим у верхньому шарі;

плоскорізний обробіток має найвищу суму дрібних фракцій завдяки збільшенню 0,005–0,001 мм до 18,0 % при збереженні високої частки <0,001 мм 36,7 %, що зумовлює найбільший показник фізичної глини 66,9 % і, відповідно, найвищий потенціал водоутримання за ціною більшої вразливості до поверхневого ущільнення. Вміст піщаних фракцій 1–0,25 мм і 0,25–0,05 мм низький у всіх варіантах – 1,0–1,1 % та 3,4–3,5 % відповідно – і практично не диференціює системи, підтверджуючи однорідність ґрунтового матеріалу на ділянці. Суми шести фракцій за лабораторними визначеннями перевищують 100 % на 3,5–4,7 в.п., що пояснюється округленням і методичними особливостями визначення та не впливає на відносні співвідношення. Узагальнюючи, усі системи працюють у межах одного текстурного класу з високою часткою фізичної глини, тому відмінності у водному режимі та щільності, зафіксовані в інших підрозділах, обумовлені не зміною гранулометричного складу, а різною організацією порового простору і структурно-агрегатним станом, який формується під впливом конкретної технології обробітку та супутніх прийомів догляду за ґрунтом.

3.4. Забур'яненість посівів соняшнику

Забур'яненість є одним із базових регуляторів конкурентних взаємовідносин у посівах соняшнику, оскільки саме щільність і динаміка бур'янів визначають втрати вологи та елементів живлення у критичні фази органогенезу й ефективність гербіцидних і механічних заходів контролю, тому порівняння різних систем основного обробітку за фазами розвитку культури дає змогу оцінити не лише стартову засміченість, а й здатність технології швидко знижувати тиск бур'янів упродовж вегетації. На фазі сходів зафіксовано систематичний градієнт: найменша кількість бур'янів за оранки 24 шт./м², проміжна за дискування 34 шт./м², найбільша за плоскорізного обробітку 46 шт./м²; різниця між плоскорізним і оранкою становить 22 шт./м², що на 91 відсоток більше, тоді як дискування перевищує оранку на 10 шт./м² (приблизно на 42 відсотки), що узгоджується з меншим загортанням насіння

бур'янів і збереженням насіннєвого банку у поверхневому шарі за мінімізації обробітку. До фази формування кошика засміченість істотно зменшилася у всіх варіантах, однак ранжування зберігається: 13 шт./м² за оранки, 16 шт./м² за дискування і 20 шт./м² за плоскорізного обробітку, отже відносне зниження від рівня сходів становить близько 46 відсотків за оранки, 53 відсотки за дискування та 57 відсотків за плоскорізного, що відображає дію міжрядних обробітків, гербіцидів і конкуренції з боку культури.

Таблиця 5

Забур'яненість посів соняшнику за різних систем обробітку, шт./м² (2025 р.)

Фази розвитку	Оранка	Дисковий	Плоскорізний
Сходи	24	34	46
Формування кошика	13	16	20
Цвітіння	7	9	12
Збирання	5	7	9

У фазу цвітіння чисельність бур'янів продовжує спадати до 7, 9 і 12 шт./м² відповідно, зберігаючи перевагу оранки; порівняно зі сходами це відповідає зменшенню приблизно на 71 відсоток за оранки, 74 відсотки за дискування і 74 відсотки за плоскорізного. На збирання різниця між системами мінімізується у абсолютних величинах, але лишається відчутною у відносному вираженні: 5 шт./м² за оранки, 7 шт./м² за дискування і 9 шт./м² за плоскорізного, тобто плоскорізний варіант має на 4 шт./м² більше, ніж оранка (приблизно на 80 відсотків), а дискування перевищує оранку на 2 шт./м²; сумарне сезонне зниження від сходів до збирання становить 19 шт./м² за оранки, 27 шт./м² за дискування і 37 шт./м² за плоскорізного, що відповідає близько 79–80 відсотків від початкового рівня у всіх системах і свідчить про високу загальну результативність контролю за умови коректного строку і норм застосування засобів. Сезонні середні значення також фіксують сталі відмінності між системами: 12,25 шт./м² за оранки, 16,50 шт./м² за дискування і 21,75 шт./м² за плоскорізного, тобто дискування в середньому на 34–35

відсотків вище рівня оранки, а плоскорізний варіант на 78 відсотків, що важливо для прогнозу втрат вологи і азоту у ранні строки, коли конкуренція найбільш критична. Узагальнюючи, оранка забезпечує найнижчу стартову і сезонну забур'яненість, що полегшує захист у ранньовесняний період; дискування займає проміжну позицію з помітно нижчою, ніж за плоскорізного, але вищою, ніж за оранки щільністю бур'янів; плоскорізний обробіток упродовж усього сезону має найбільшу кількість бур'янів, однак за правильно підібраної схеми догляду до збирання різниця в абсолютних значеннях суттєво звужується, що підтверджує можливість ефективного контролю навіть у системах з мінімальним порушенням ґрунту за умови своєчасності операцій і дотримання технологічної дисципліни.

3.5. Особливості формування листкової поверхні соняшнику під впливом різних способів обробітку ґрунту

Асиміляційна поверхня визначає фотосинтетичний потенціал посіву, темпи накопичення сухої речовини та чутливість культури до водного і світлового стресу, тому її фазова динаміка є базовим індикатором ефективності технології. У нашому дослідженні максимальні величини зафіксовано у фазу цвітіння, коли листковий полог досягає пікового розвитку: за оранки 30,4 тис. м²/га, за дискового обробітку 28,1 тис. м²/га, за плоскорізного 26,8 тис. м²/га, що відповідає орієнтовному індексу листкової поверхні LAI 3,04; 2,81; 2,68 (перерахунок як тис. м²/га, поділені на 10). Отже, у піковій фазі оранка має перевагу над дискуванням приблизно на 8 відсотків і над плоскорізним на 13–14 відсотків, що добре узгоджується з її нижчою стартовою забур'яненістю і дещо кращим водозабезпеченням. На етапі утворення кошиків показники ще помірні, але ранжування вже сформоване: 9,5; 8,4; 8,7 тис. м²/га відповідно для оранки, дискування і плоскорізного обробітку, тобто оранка випереджає дискування на близько 13 відсотків і плоскорізний варіант на 9–10 відсотків (табл. 6). Перехід від утворення кошиків до цвітіння супроводжується різким наростанням асиміляційної

поверхні завдяки інтенсивному листоутворенню та збільшенню площі листків: приріст становить близько 21 тис. м²/га за оранки, 19,7 тис. м²/га за дискування та 18,1 тис. м²/га за плоскорізного, що відповідає збільшенню на 208–235 відсотків відносно попередньої фази; це свідчить про високу пластичність посіву, при цьому максимальні абсолютні значення знову фіксуються за глибшого обробітку.

Таблиця 6

Асиміляційна поверхня соняшнику залежно від технологічних чинників, тис. м²/га

Обробіток ґрунту	Утворення кошиків	Цвітіння	Налив	Повна стиглість
Оранка	9,5	30,4	22,4	1,5
Дисковий	8,4	28,1	20,7	1,1
Плоскорізний	8,7	26,8	20,2	1,1

У фазу наливу насіння асиміляційний апарат закономірно зменшується у зв'язку зі старінням листків і перерозподілом асимілятів: 22,4; 20,7; 20,2 тис. м²/га для оранки, дискового та плоскорізного обробітків; падіння відносно піку становить орієнтовно 25–26 відсотків у всіх системах, але абсолютні значення за оранки залишаються вищими на 8–11 відсотків порівняно з альтернативами. На повній стиглості листкова поверхня мінімальна і агрономічно мало впливає на продукційний процес: 1,5; 1,1; 1,1 тис. м²/га відповідно, що еквівалентно LAI близько 0,15; 0,11; 0,11; від піку до стиглості зменшення становить близько 95–96 відсотків у всіх варіантах, тобто форма кривої деградації листкового пологів є подібною, а технології переважно відрізняються рівнем, на якому ця крива проходить.

Загалом упродовж вегетації найбільшу асиміляційну поверхню демонструє оранка на всіх ключових фазах, дискування стабільно займає проміжну позицію, а плоскорізний обробіток поступається за абсолютними величинами, однак зберігає близьку до інших систем динаміку.

Практичний висновок полягає в тому, що глибший основний обробіток забезпечує вищий пік і вищий плато асиміляційної поверхні у критичні для формування врожаю етапи – від цвітіння до наливу, що потенційно підвищує здатність посіву компенсувати короточасні водні стреси та конвертувати доступні ресурси в урожай; у мінімальних системах доцільно компенсувати нижчий рівень листкового пологу за рахунок оптимізації густоти, своєчасного контролю бур'янів і живлення, зокрема у фазовій прив'язці до піку індексу листкової поверхні.

3.6. Формування продуктивності гібридів соняшнику під впливом різних систем обробітку ґрунту

Врожайність є інтегральним індикатором реалізації водного режиму, рівня забур'яненості та розвитку асиміляційної поверхні, тому порівняння способів основного обробітку в межах одного гібриду НК Бріо дозволяє безпосередньо пов'язати фізичний стан орного шару з кінцевим результатом. У 2025 р. найвищу врожайність отримано за оранки на 25–27 см – 2,53 т/га; плоскорізний безполицевий обробіток на 20–22 см забезпечив 2,35 т/га, а дисковий мілкий на 10–12 см – 2,20 т/га. Різниця між оранкою і дискуванням становить 0,33 т/га (приблизно +15,0 % від рівня дискування) і перевищує НІР05 0,12 т/га, отже є статистично значущою; перевага оранки над плоскорізним варіантом дорівнює 0,18 т/га (+7,7 %) і також значуща; навіть проміжна різниця між плоскорізним та дискуванням 0,15 т/га (+6,8 %) трохи перевищує критичну і свідчить про стабільну перевагу плоскорізного над мілким дискуванням. Таке ранжування узгоджується з раніше встановленими закономірностями: за оранки фіксувалися вищі стартові запаси продуктивної вологи, нижча початкова забур'яненість і більший пік асиміляційної поверхні у фазу цвітіння, що створювало кращі передумови для наливу насіння; плоскорізний обробіток, попри більший бур'яновий тиск на початку вегетації, утримував проміжні позиції завдяки здатності зберігати вологу в метровому

шарі; дисковий мілкий поступався через поєднання вищої засміченості й дещо гіршого водозабезпечення в критичні фази (табл.7).

Таблиця 7

**Вплив способів обробітку ґрунту на врожайність соняшнику, т/га
(2025 р.)**

Гібрид	Врожайність, т/га
НК Бріо	Оранка на глибину 25-27 см
	2,53
	Дисковий мілкий на глибину 10-12 см
	2,20
НК Бріо	Плоскорізний безполицевий на глибину 20-22 см
	2,35
НІР ₀₅ , т/га	0,12

Практичний висновок полягає в тому, що за умов 2025 р. технологічно доцільною є оранка на 25–27 см як варіант, що забезпечує максимальну реалізацію потенціалу гібриду НК Бріо; плоскорізний безполицевий може виступати компромісом з помірною втратою врожайності відносно оранки, тоді як дисковий мілкий потребує посиленого раннього контролю бур'янів і прийомів збереження вологи, якщо його обирають з міркувань енергоощадності чи логістики.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА

Економічна оцінка способів основного обробітку є критичною для вибору технології вирощування соняшнику, оскільки поєднує продуктивність посіву, структуру витрат та цінові ризики в інтегральні показники собівартості, прибутку й рентабельності; наведені дані демонструють, що при однаковій ціні реалізації 14 000 грн/т найкращі фінансові результати забезпечує оранка: врожайність 2,53 т/га формує валову виручку 35 420,0 грн/га за витрат 16 232,3 грн/га (табл. 7), собівартість одиниці продукції 6 416 грн/т, умовно чистий прибуток 19 187,7 грн/га та рівень рентабельності 118,21 %, тоді як плоскорізний безполицевий обробіток дає проміжні значення (2,35 т/га; 32 900,0 грн/га; 15 898,8 грн/га; 6 765 грн/т; 17 001,2 грн/га; 106,93 %), а дисковий мілкий є найменш ефективним (2,20 т/га; 30 800,0 грн/га; 15 769,8 грн/га; 7 168 грн/т; 15 030,2 грн/га; 95,31 %).

Таблиця 8

Економічна оцінка вирощування соняшника залежно від способу обробітку ґрунту (2025 р.)

Обробіток ґрунт	Врожайність, т/га	Валова вартість продукції, грн/га	Виробничі витрати, грн/га	Собівартість 1 тони зерна, грн	Умовно чистий прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %
Оранка	2,53	35 420,0	16 232,3	6 416	19 187,7	118,21
Дисковий	2,20	30 800,0	15 769,8	7 168	15 030,2	95,31
Плоскорізний	2,35	32 900,0	15 898,8	6 765	17 001,2	106,93

Різниця прибутку між оранкою і дискуванням становить 4 157,5 грн/га і майже повністю пояснюється врожайністю: додаткові 0,33 т/га при ціні 14 000 грн/т дають 4 620 грн/га валової переваги, яка лише частково нівелюється вищими витратами оранки на 462,5 грн/га; перевага оранки над плоскорізним обробітком у прибутку дорівнює 2 186,5 грн/га за аналогічної логіки. Порівняння за собівартістю фіксує ту саму ієрархію: оранка має найнижчий

пори́г беззбитковості (6 416 грн/т), плоскорі́зний – 6 765 грн/т, дисковий – 7 168 грн/т; отже за ціни між 6 765 і 7 168 грн/т прибутковими залишаються оранка і плоскорі́зний, а дисковий стає збитковим, за ціни між 6 416 і 6 765 грн/т прибутковою лишається лише оранка. Чутливість прибутку до зміни ціни становить приблизно 2 530 грн/га на кожні 1 000 грн/т для оранки, 2 350 грн/га для плоскорі́зного і 2 200 грн/га для дискового, що зберігає ранжування за будь-яких реалістичних коливань ринку. Узагальнюючи, комбінація вищої врожайності та нижчої собівартості одиниці продукції робить оранку найбільш економічно стійким варіантом у 2025 році; плоскорі́зний безполицевий може розглядатися як компроміс із помірно нижчим фінансовим результатом, а дисковий мілкий поступається через найвищу собівартість і меншу врожайність, що підвищує ризик виходу за межі беззбитковості за зниження цін.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Дослідження стану охорони праці в фермерському господарстві

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

За стан охорони праці відповідає керівник – директор фермерського господарства «СВІЙ ЛАН», 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 «СВІЙ ЛАН» 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 «СВІЙ ЛАН» було зафіксовано один нещасний випадок за період 2024–2025 рр. Аналіз було виконано на підставі «Річного звіту про нещасні випадки на виробництві»

Для аналізу виробничого травматизму в господарстві було застосовано стандартний статистичний метод за останні два роки. За останні два роки кількість працівників була незмінною, а саме: 15 чоловік. Один випадок виробничого травматизму було зафіксовано в 2022 році (табл. 9).

Коефіцієнт частоти травматизму:

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

де Т – кількість нещасних випадків;

Р – кількість працівників;

1000 – перерахування на 1000 працівників.

Коефіцієнт важкості травматизму:

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

де Д – кількість непрацездатних днів.

Коефіцієнт втрати робочого часу:

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

Таблиця 9

Аналіз нещасних випадків та виробничого травматизму в фермерському господарстві

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

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

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

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

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

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) і допуск до робіт. До робіт допускаються лише навчені працівники після медогляду, інструктажу та перевірки знань з ОП і безпечного поводження з ЗЗР. Перед відкриванням будь-якої тари оператор повинен повністю одягнути ЗІЗ, зазначені в етикетці та паспорті безпеки (SDS) конкретного препарату. Базовий комплект: хімічностійкі рукавиці (нітрил/бутил/ПВХ), фартух або комбінезон із хімічностійким 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, ПБ оператора, використані ЗІЗ, обсяг і спосіб поводження з тарою/відходами. Внутрішні перевірки дотримання процедур проводять на початку сезону та після кожної позаштатної ситуації; виявлені відхилення усувають з обов'язковим повторним інструктажем.

5.4. Заходи з покращення стану охорони праці в фермерському господарстві

Організація та відповідальність.

Призначити письмово відповідальних за охорону праці, хімічну безпеку, пожежну безпеку, електробезпеку і першу допомогу; затвердити політику та програму управління ризиками.

Розробити й підтримувати паспорти ризиків по ділянках; вести журнали інструктажів, допусків, видачі ЗІЗ, медоглядів, обліку хімікатів, інцидентів.

Запровадити ієрархію контролів: пріоритет усуненню небезпек і заміщенню, далі – інженерні бар'єри, адміністративні процедури та лише потім ЗІЗ.

Хімічна безпека: змішування та заправка.

Облаштувати твердий непроникний майданчик із бортиком/лотком, локальним збором стоків, навісом, освітленням; розмістити його подалі від колодязів, свердловин, водостоків і водойм.

Оснастити майданчик комплектом для ліквідації розливів (сорбенти, інструменти, герметична тара), пунктом промивання очей та аварійним душем.

Допускати до робіт лише навчених працівників після інструктажів і медоглядів; працювати виключно за SDS/етикетками виробника.

Дотримуватись безпечної послідовності приготування розчинів (препарат у воду), використовувати мірний інструмент, перевіряти герметичність систем.

Забезпечити й вимагати використання ЗІЗ: хімістійкі рукавиці, окуляри/щиток, респіратор відповідного класу, фартух або комбінезон, гумові чоботи; знімати ЗІЗ лише після санітарної обробки.

Заборонити змивання розливів у ґрунт або ливневі мережі; зібрані відходи передавати ліцензованому утилізатору.

Польові обробки та обприскування.

Перед виїздом калібрувати обприскувач на чистій воді; підбирати форсунки, тиск, швидкість і висоту штанги з урахуванням погоди та антидріфтних вимог.

Проводити обробки в ранкові/вечірні години; не працювати за сильного вітру, температурних інверсій та ризику знесення.

Дотримуватись буферних зон, REI та PNI; запровадити тричі промивання тари (triple rinse) з перфоруванням порожньої упаковки й обліком її повернення/утилізації.

Зберігання та транспортування хімікатів.

Утримувати склад сухим, провітрюваним, з непроникною підлогою і бортиком; обмежити доступ; нанести знаки небезпеки та контакти відповідального.

Зберігати несумісні речовини роздільно, вести інвентаризацію та контроль строків придатності.

Транспортувати препарати у заводській тарі, у вертикальному положенні, із фіксацією та супровідними SDS і комплектом для розливів.

Санітарно-гігієнічне забезпечення.

Забезпечити постійну доступність питної води, рукомийників/мобільних умивальників, пунктів промивання очей та аварійного душу.

Організувати окремі місця для зберігання, переодягання та прання спецодягу; заборонити прийом їжі/паління у виробничих зонах.

Встановити правило обов'язкового миття рук і обличчя після робіт; прати спецодяг окремо від побутової білизни.

Безпека машин і механізмів.

Оснастити трактори/самохідну техніку ROPS та ременями; забезпечити штатні кожухи на ПВМ/карданах.

Запровадити процедури lockout/tagout для ТО; працювати на рівних майданчиках, застосовувати сертифіковані домкрати/підставки.

Забезпечити достатнє освітлення та сигнальні жилети для робіт у темний час.

Електробезпека та пожежна безпека.

Виконати захисне заземлення, перевіряти УЗО/автоматику; застосовувати подовжувачі з відповідним IP та захистом від перевантаження.

Оснастити дільниці вогнегасниками відповідних класів, відмітити маршрути евакуації; заправку ПММ проводити з антиискровим інструментом та піддонами для локалізації розливів.

Метеофактори та мікроклімат.

Планувати графік робіт з урахуванням спеки, вітру та гроз; впровадити перерви в тіні, охолоджені напої, моніторинг симптомів теплового стресу.

При грозових попередженнях негайно припиняти роботи на відкритих полях і біля металевих конструкцій.

Організація місця робіт і інформування.

Розмітити та огородити зони змішування/заправки, склади, майданчики миття техніки; розмістити стенди з інструкціями, планами евакуації та аварійними контактами.

Нанести маркування на контейнери, ЗІЗ-комори та місця зберігання відходів.

Медогляди, навчання та інструктажі.

Скласти графік попередніх і періодичних медоглядів; проводити вступні, первинні, повторні та позапланові інструктажі.

Організувати тренінги з читання SDS, змішування/заправки, роботи з обприскувачем, першої допомоги (у т.ч. при отруєннях і хімічних опіках).

Аварійна готовність і перша допомога.

Оснастити ділянки аптечками встановленого складу, переносними комплектами для ліквідації розливів, пунктами промивання очей.

Встановити порядок дій: повідомлення, локалізація, евакуація сторонніх, перша допомога, документування, аналіз причин і коригувальні заходи.

Управління ЗІЗ та відходами.

Вести облік видачі/повернення ЗІЗ, контролювати строки служби та заміну; дезінфікувати/прати ЗІЗ за регламентом виробника.

Збирати порожню тару, використані сорбенти, фільтри респіраторів та інші небезпечні відходи окремо, маркувати і передавати на утилізацію; організувати спеціальний майданчик для миття техніки зі збором стоків.

Моніторинг і вдосконалення.

Запровадити кварталні внутрішні аудити; формувати плани коригувальних дій і відслідковувати їх виконання.

Встановити КРІ (охоплення навчанням, забезпеченість ЗІЗ, час реагування на інциденти, % закритих зауважень, дні без травм) і щомісяця їх аналізувати.

ВИСНОВКИ

Агрокліматичний фон 2025 р. Дослід проводили в умовах Північного Степу за підвищеного теплового фону та дефіциту опадів: за квітень–вересень випало 135 мм проти 209 мм норми (–35 %), за січень–листопад – 258 мм проти 416 мм (–38 %), ГТК у вегетації здебільшого 0,6–0,9. Найкритичнішим був інтервал червень–липень (удвічі менше опадів від норми), що визначило водний стрес у фази бутонізації–цвітіння.

Агрофізичний стан орного шару (0–30 см). Оранка забезпечила найнижчу стартову щільність (1,12 г/см³) і найбільший початковий запас доступної вологи (39,2 мм), дискування мало близькі до неї показники, плоскорізний обробіток – нижчі (35,0 мм) за вищої кінцевої щільності (1,30 г/см³). Пористість у сезоні істотно не погіршувалась, тож критичних ознак деградації структури не виявлено.

Запаси продуктивної вологи (0–100 см). Від сходів до збирання рослини використали 132,5–134,2 мм (94 % початкових запасів), а залишок на збирання становив лише 6,0–6,4 %. Тимчасові переваги дискування на етапі «кошик» та оранки у «цвітіння» нівелювалися до кінця вегетації – на збирання між системами різниця була агрономічно мінімальною.

Забур'яненість посівів. На сходах зафіксовано градієнт: оранка – 24 шт./м², дискування – 34 шт./м², плоскорізний – 46 шт./м²; до збирання відповідно 5; 7; 9 шт./м². Отже, оранка формувала найнижчий бур'яновий тиск упродовж сезону, що зменшувало конкуренцію за воду й азот у ранні строки.

Листкова поверхня. Максимум у фазі цвітіння становив 30,4; 28,1; 26,8 тис. м²/га (3,04; 2,81; 2,68) для оранки, дискування і плоскорізного обробітку відповідно. Більший пік LAI за оранки узгоджується з нижчою забур'яненістю і кращим водним режимом, що підвищувало потенціал нагромадження сухої речовини в критичний період.

Врожайність гібриду НК Вгіо. Оранка на 25–27 см забезпечила 2,53 т/га, плоскорізний 20–22 см – 2,35 т/га, дискування 10–12 см 2,20 т/га; НІР₀₅ = 0,12 т/га. Перевага оранки над дискуванням становила +0,33 т/га (+15 %), над

плоскорізним – +0,18 т/га (+7,7 %); плоскорізний статистично перевищив дискування на 0,15 т/га.

Економічна ефективність (ціна 14 000 грн/т). Оранка забезпечила найкращі фінансові показники: собівартість 6 416 грн/т, умовно чистий прибуток 19 187,7 грн/га, рентабельність 118,21 %. Плоскорізний – проміжні значення (6 765 грн/т; 17 001,2 грн/га; 106,93 %), дискування – найнижчі (7 168 грн/т; 15 030,2 грн/га; 95,31 %). За умов 2025 р. оранка була найбільш стійким варіантом, плоскорізний – прийнятний компроміс, а дискування потребує посиленого вологозбереження й раннього контролю бур'янів, щоб конкурувати за економічним результатом.

РЕКОМЕНДАЦІ ВИРОБНИЦТВУ

При сівбі соняшника за попередником пшениця озима на чорноземі звичайному зони недостатнього зволоження Степу України, рекомендується:

В умовах фермерського господарства «СВІЙ ЛАН» Синельниківського району Дніпропетровської області для вирощування насіння соняшнику ефективніше застосовувати як основний обробіток ґрунту полицеву оранку на глибину 22–27 см.

Гібрид НК Вгіо у північній частині Степу України ефективно реалізує потенціал продуктивності та в умовах 2025 р. забезпечив врожайність насіння соняшнику 2,53 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аксьонов І. В., Мінковський А. Є., Станчевський В. К. Методичні рекомендації з біоенергетичної оцінки технології вирощування олійних просапних культур. Запоріжжя: ЗДУ, 2001. 35 с.
2. 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.
3. Вольф В. Г. Соняшник. Київ: Врожай, 1972. 228 с.
4. Гамаюнова В. В., Кудріна В. С. Формування надземної маси і врожайності соняшнику під впливом окремих елементів технології вирощування. Вісник аграрної науки Причорномор'я. Миколаїв, 2020. Вип.1. – С. 50–57.
5. Гандзюк М. П. Основи охорони праці : Підручник. 2–е вид. / Гандзюк М.П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. –К. : Каравела, 2004. – 408 с.
6. 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.
7. Гордієнко В. П. Землеробство О. М. / Геркіял, В. П. Опришко – К.: Вища школа, 1991. – 268 с.
8. Єщенко В. О. Місце науково обгрунтованих сівозмін у сучасному землеробстві. Вісник Уманського національного університету садівництва. Умань, 2014. №2. С.3–6.
9. Жученко А. А. Адаптивное растениеводство. Кишинев: Штиинца, 1990. 432 с.
10. 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.
11. Іващенко О. О. Напрямки адаптації аграрного виробництва до змін клімату / Іващенко О. О. / Вісник аграрної науки. 2011. № 8. С. 10–12.

12. 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.
13. Каталог гібридів від компанії Сингента, 2023. 153 с.
14. Каталог сортів та гібридів ДУ Інститут зернових культур НААН України / В. Ю. Черчель та інші. – 2022. – 124 с.
15. Косолап М. П. Система землеробства No-till: Навч. Посібник / М. П. Косолап, О. П. Кротінов. – К. : "Логос", 2011. – 352 с.
16. Кохан А. В. Водоспоживання соняшнику залежно від елементів технології. Вісник ХНАУ. 2016. Вип. 2. С. 85–93.
17. 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.
18. Кохан А. В. Ефективність різних способів обробітку ґрунту. Новітні агротехнології: електронний науковий фаховий журнал. 2016. № 1 (4). – С. 25.
19. Кохан А. В. Насичення сівозмін соняшником / Кохан А. В., Глущенко Л. Д., Гангур В.В., Олєпир Р.В., Лень О.І., Тоцький В.М. // наук. ред. Кохана А.В. Полтава: ПП Астроя, 2018. 83 с.
20. Кохан А. В., Глущенко Л. Д., Гангур В.В., Олєпир Р.В., Лень О.І., Тоцький В.М. Насичення сівозмін соняшником / наук. ред.. Кохан А.В. Полтава: ПП Астроя, 2018. 83 с.
21. Кохан А. В., Лень О. І., Циліорик О. І. Наслідки насичення сівозміни соняшником. Науково-технічний бюлетень ІОК НААН. Запоріжжя, 2016. Вип. 23. С. 131–136.
22. Кохан А. В., Фролов С. О., Гангур В. В. Органічне землеробство на поля Полтавщини. Практичні рекомендації. Полтава, 2016. 46 с.
23. 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.

24. Кохан А.В., Самойленко О.А. Обробіток ґрунту в посівах соняшника.
«Новітні технології – шлях до сталого розвитку АПК України». Матеріали
Всеукраїнської наукової конференції (Полтава 18 травня 2017 р.). м. Полтава,
2017. С. 16–18.

25. Кротінов О. П. До історії розвитку систем обробітку ґрунту //
Посібник українського хлібороба (науково-виробничий щорічник). 2010. № 1.
С. 83–90.

26. Лебідь Є. М. Науковий фундамент проблем степового землеробства.
Вісник аграрної науки. 2006. № 3–4. С. 23–25.

27. Макрушин М. М., Макрушина Є. М., Петерсон Н. В., Мельников
М. М. Фізіологія рослин: підруч. Вінниця: Нова Книга, 2006. 416 с.

28. Малієнко А. М. Методологічні питання вивчення систем обробітку
ґрунту в польових дослідях. Вісник аграрної науки. 2007. № 5. С. 21–24.

29. Малієнко А. М. Соціально-економічні передумови формування
агротехнологій (на прикладі систем обробітку ґрунту). К, 2001. 60 с.

30. Масюк Н. Т. Введение в сельскохозяйственную экологию.
Днепропетровск, ДСХИ, 1989. 190 с.

31. Медведев В. В. Мінімалізація обробітку ґрунтів України / В.В.
Медведев. Харків, 2004. 47 с.

32. Медведев В. В. Мониторинг почв Украины. Харьков: Антиква, 2002.
428 с.

33. Медведев В. В., Линдіна Т. Є., Птащенко А. В. та ін. Мінімалізація
ґрунтів України. Харків, 2004. 47 с.

34. 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.

35. 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.
36. 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.
37. Нікітчин Д. І. Наукове обґрунтування технології вирощування і насінництва гібридного соняшника в Степу України: автореф. дис. ... докт. с.-г. наук. Дніпропетровськ, 1994. 32 с.
38. Олексюк О. М. Вплив способів сівби і густоти стояння рослин на урожайність гібридів соняшника в північній частині Степу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук. Дніпропетровськ, 2000. 16 с.
39. Пабат І. А. Вплив факторів родючості на продуктивність соняшнику в короткоротаційній сівозміні. Вісник аграрної науки. 2003. № 7. С.15–19.
40. Пабат І. А. Ґрунтозахисна система землеробства. Київ: Урожай, 1992. 160 с.
41. 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.
42. 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.
43. 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.
44. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні на 2022. К. : Юнівєст Медіа, 2022. 895 с.
45. Подсолнечник: підруч. / за ред. З. Б. Борисоника. Київ: Урожай, 1985. 160 с.

46. Полупан В. І. Досвід застосування нульової технології обробітку 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.
47. Поляков О. І. Агрофізичні властивості ґрунту перед посівом соняшнику. *Науково-технічний бюлетень ІОК УААН*. 1998. Вип. 3. С. 223–228.
48. Сайко В. Ф. Землеробство в сучасних умовах. *Вісник аграрної науки*. 2002. № 5. С. 5–10.
49. Сайко В. Ф. Системи обробітку ґрунту в Україні / В. Ф. Сайко, А. М. Малієнко. – К. : ВД "ЕМКО", 2007. – 44 с.
50. Система ведення сільського господарства Дніпропетровської області / Редкол.: О. А. Любович, Є. М. Лебідь, В. І. Шевманьов. – Дніпропетровськ. : Інститут зернового господарства УААН, 2005. 432 с.
51. Статистичний щорічник України за 2022 рік. Київ: Август Трейд, 2022. 554 с.
52. Стебут И. А. Обработка почвы / И. А. Стебут // *Русское сельское хозяйство*. М., 1871. – 44 с.
53. Танчик С. П. No-till і не тільки Сучасні системи землеробства / Танчик С. П. К. : Юнівест Медіа, 2009. 160 с.
54. Тараріко Ю. О. Агрометеорологічні ресурси України та технології їх раціонального використання. *Вісник аграрної науки*. 2006. № 3-4. С. 29–31.
55. Ткаліч І. Д. Інноваційні технології вирощування соняшнику в Степу України / Ткаліч І. Д., Ткаліч Ю. І., Кохан А. В. // *Вісник центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. Харків, 2012. № 13. С. 284–289.
56. Ткаліч І. Д., Гирка А. Д., Бочевар О.В. Продуктивність гібридів соняшнику в різні за зволоженням роки. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2013. № 5. С. 31–39.
57. Ткаліч І. Д., КабанВ. М. Вплив обробітку ґрунту, добрив, строків сівби на забур'яненість, урожайність соняшнику. *Бюлетень Інституту зернового господарства УААН*. Дніпропетровськ, 2007. № 31–32. С. 82–85.

58. Ткаліч І. Д., Ткаліч Ю. І., Кохан А. В. Інноваційні технології вирощування соняшнику в Степу України. Вісник центру наукового забезпечення АПВ Харківської області. Харків, 2012. № 13. С. 284–289.

59. Ткаліч І. Д., Мамчук О. Л. Способи сівби та густота стояння рослин соняшнику гібрида Дарій. Агроном, 2011, № 1. С. 108–110.

60. Троценко В.І. Соняшник. Селекція, насінництво та технологія вирощування: монографія. Суми: Університетська книга, 2001. 184с.

61. 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.

62. Шевченко М. В. Системи обробітку ґрунту / М. В. Шевченко // Землеробство. – Вип. 80. – К. : ВД "Емко", 2008. – С. 33–39.

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

64. Шевченко М.С., Шевченко С.М., Деревенець-Шевченко К.А., Пришедько Н.О., Новіков Д.І. Вплив основного обробітку ґрунту на динаміку гумусу та макроелементів живлення у сівозміні. Таврійський науковий вісник № 142. Частина 2. 2025. С. 150–159. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.19>

65. Шевченко, М. С., Мицик, О. О., Шевченко, С. М., Деревенець-Шевченко, К. А., Пришедько, Н. О., & Заверталюк, О. В. Фактори землеробства та регулювання ростової реакції сільськогосподарських рослин. Вісник Уманського національного університету садівництва, №1. 2025. С. 35–41. <https://doi.org/10.32782/2310-0478-2025-1-35-41>

66. Шевченко, С. М., Шевченко, М. С., Деревенець-Шевченко, К. А., Козечко, В. І., & Заверталюк, О. В. Вплив системного застосування гербіцидів на врожайність зерна кукурудзи. Подільський вісник: сільське господарство,

техніка, економіка, № 46. 2025. С. 136-142. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-1.19>

67. Шикула Н. К. Минимальная обработка чернозёмов и воспроизводство их плодородия / Н. К. Шикула, Г. В. Назаренко. – М. : Агропромиздат. 1990. – 320 с.

68. Aksyonov, I. B., Shevchenko, S. M., Kolesnykova, K.V., Yevtushenko, H. O., & Barboy, V. B. Method of evaluation, selection, and creation of new initial material in sunflower breeding. *Agrology*, 2025. 8(2), 73–77. doi: 10.32819/202510

69. Derevenets-Shevchenko K. A., Shevchenko S. M., Shevchenko O. M., Tkalich, Y. I., Hulenکو, O. I. Modern trends in maize cultivation in Ukraine: National practices and international experience. *Agrology*, 8(3), 2025. С. 168–181. doi: 10.32819/202520

70. Mytsyk O. O., Havriushenko O. O., Shevchenko S. M., Hulenکو O. I. Effect of long-term phytoremediation on the soil genesis potential of the technozems of the Pokrov research station. *Зернові культури*. 2023. Т. 7, № 2. С. 350–357.

71. Mytsyk O. O., Shevchenko S. M., Havriushenko O. O., Tkalich Y. I., Shevchenko O. M. Integrated bioremediation and reclamation strategies for militarily damaged agricultural soils. *Agrology*, 8(1), 2025. С. 153–167. doi: 10.32819/202519