

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

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

«Допускається до захисту»
Завідувач кафедри рослинництва
д.с.-г.н., професор Олександр ЦИЛЮРИК

(підпис)
“ _____ ” _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на здобуття освітнього ступеня «Магістр» на тему:
ВПЛИВ РІВНЯ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА
УРОЖАЙНІСТЬ СОНЯШНИКУ В УМОВАХ
ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ДОСЛІДНОЇ СТАНЦІ ІНСТИТУТУ
ОВОЧІВНИЦТВА І БАШТАННИЦТВА НААН УКРАЇНИ**

Здобувачка _____ Анастасія БАРАНЕЦЬ

Керівник кваліфікаційної роботи
доцент _____ Олександр ІЖБОЛДІН

Дніпро – 2025

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

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

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

(підпис)

“ _____ ” _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

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

Баранець Анастасії Віталіївни

- 1. Тема роботи: Вплив рівня мінерального живлення на урожайність соняшнику в умовах Дніпропетровської дослідної станції Інституту овочівництва і баштанництва НААН України**
- 2. Термін подачі здобувачем завершеної кваліфікаційної роботи на кафедру “ _ ” _____ 2025 р.**
- 3. Вихідні дані для роботи:**
 - с.-г. підприємство – Дніпропетровська дослідна станція Інституту овочівництва і баштанництва НААН України
 - сільськогосподарська культура – соняшник
- 4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їй належить розробити) оцінити вплив попередників (пшениця озима, соняшник – повторне розміщення, горох) і рівнів мінерального живлення на польову схожість та формування початкової густоти посіву; визначити реакцію соняшнику на фактори дослідження за біометричними показниками (висота рослин у ключові фази розвитку); встановити зміни площі листкової поверхні як показника фотосинтетичного потенціалу посіву; дослідити вплив попередника і удобрення на елементи структури врожаю; визначити урожайність соняшнику за варіантами та перевірити статистичну достовірність впливу факторів і їх взаємодії; розрахувати показники економічної ефективності (виробничі витрати, собівартість 1 т, умовно чистий прибуток, рівень рентабельності) та обґрунтувати рекомендації виробництву.**

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)_карта-схема розташування Дніпропетровської дослідної станції та дослідного поля; генеральний план землекористування дослідної станції; картограми агрохімічного стану ґрунту в межах поля/ділянки.

6. Дата видачі завдання: _____

Керівник
кваліфікаційної роботи _____ Олександр ІЖБОЛДІН
(підпис)

Завдання прийняв
до виконання _____ Анастасія БАРАНЕЦЬ
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд літератури	07.09.2024 – 19.09.2024	виконано
2	Умови та методика проведення досліджень	02.10.2024 – 15.12.2024	виконано
3	Результати досліджень	12.10.2025 – 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	21.11.2025 – 26.11.2025	виконано

Здобувач _____ Анастасія БАРАНЕЦЬ
(підпис)

Керівник
кваліфікаційної роботи _____ Олександр ІЖБОЛДІН
(підпис)

ЗМІСТ

	стр.
РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. СТАН ВИВЧЕННЯ ПИТАННЯ АГРОТЕХНІКИ СОНЯШНИКУ (Огляд літератури)	10
1.1. Біологічні особливості соняшнику та потреба в елементах живлення	10
1.2. Роль та вплив основних елементів мінерального живлення на продуктивність соняшнику	14
1.3. Системи, рівні та способи внесення мінеральних добрив під соняшник	18
1.4. Роль попередника та місце соняшнику в сівозміні	22
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ	26
2.1. Ґрунтово-екологічна характеристика зони досліджень	26
2.2. Агрокліматична характеристика зони досліджень	28
2.3. Методика досліджень	30
2.4. Агrometeorологічна характеристика періоду досліджень	33
2.5. Характеристика гібриду соняшнику та мінеральних добрив	35
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	36
3.1. Польова схожість насіння соняшнику залежно від досліджуваних факторів	36
3.2. Висота рослин соняшнику залежно від попередника та рівня мінерального живлення	39
3.3. Площа листкової поверхні соняшнику залежно від попередника та норм мінеральних добрив	43
3.4 Урожайність соняшнику та формування її елементів залежно від попередника і норм мінеральних добрив	46

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ	50
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ	54
5.1. Дослідження стану охорони праці в господарстві	54
5.2. Аналіз виробничого травматизму в господарстві	55
5.3. Вимоги безпеки під використання гербіцидів, фунгіцидів та пестицидів	56
5.4. Заходи з підвищення рівня безпеки праці на підприємстві	60
ВИСНОВКИ	62
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	65

РЕФЕРАТ

Тема кваліфікаційної роботи. Вплив рівня мінерального живлення на урожайність соняшнику в умовах Дніпропетровської дослідної станції Інституту овочівництва і баштанництва НААН України

Об'єкт дослідження. Процес формування продуктивності агроценозу соняшнику в умовах Північного Степу України.

Предмет дослідження. Вплив попередника та рівня мінерального живлення (NPK) на показники росту, формування листкового апарату, структури врожаю, урожайність і економічну ефективність вирощування соняшнику.

Методи дослідження. Польовий двофакторний дослід у виробничо-наукових умовах. Під час вегетації проводили фенологічні спостереження, облік урожайності. Статистичну обробку результатів виконували методами дисперсійного аналізу. Економічні розрахунки проводили на основі технологічних витрат.

Наукова новизна досліджень. Уперше для умов Північного Степу України на чорноземі звичайному за посушливого перебігу погоди року досліджень отримано кількісну оцінку порівняльного внеску попередника та рівня NPK у формування стартових параметрів посіву, морфофізіологічних показників (висота рослин, площа листкової поверхні), елементів структури врожаю та кінцевої урожайності соняшнику.

Кваліфікаційна робота складається із вступу, 5 розділів, висновків і рекомендації виробництву, списку використаних літературних джерел. Загальний обсяг роботи 70 сторінок комп'ютерного тексту, включаючи 7 таблиць. Список використаних джерел складається з 59 найменувань.

Ключові слова: СОНЯШНИК, ДОБРИВА, ПОПЕРЕДНИК, ГІБРИД, ВРОЖАЙНІСТЬ.

ВСТУП

Актуальність теми. Соняшник (*Helianthus annuus* L.) є однією з провідних олійних культур України, а його частка у структурі посівів у степовій зоні традиційно висока. Для Північного Степу визначальними чинниками формування врожаю є нестійке зволоження, високі температури влітку та часті повітряно-грунтові посухи у критичні фази (бутонізація–цвітіння–налив насіння). За таких умов продуктивність культури значною мірою залежить від агрофону, сформованого попередником, та від раціонального рівня мінерального живлення, яке має не лише підвищувати урожайність, а й забезпечувати економічну окупність витрат.

Актуальність дослідження посилюється тим, що в умовах посушливих років ефект від добрив може суттєво варіювати, а повторне розміщення соняшнику у сівозміні часто супроводжується погіршенням водного режиму ґрунту, ростом фітосанітарного навантаження і зниженням стартових параметрів посіву. Тому кількісна оцінка впливу попередника та градацій NPK на показники росту, структури врожаю, урожайність і економічну ефективність є практично важливою для обґрунтування виробничих рішень у Північному Степу України.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження виконано в умовах Дніпропетровської дослідної станції Інституту овочівництва і баштанництва НААН України (Північний Степ) у межах напрямів наукового забезпечення технологій вирощування польових культур у посушливих умовах, ресурсозбереження та підвищення ефективності систем удобрення. Робота узгоджується з виробничими потребами господарств регіону щодо стабілізації врожайності соняшнику за дефіциту вологи та оптимізації витрат на мінеральні добрива.

Мета дослідження. Встановити вплив попередника та рівня мінерального живлення (контроль, N₁₅P₁₅K₁₅, N₃₀P₃₀K₃₀) на формування посіву, ріст і розвиток рослин, елементи структури врожаю, урожайність та

економічну ефективність вирощування соняшнику в умовах Північного Степу України на чорноземі звичайному.

Завдання досліджень:

- оцінити вплив попередників (пшениця озима, соняшник – повторне розміщення, горох) і рівнів мінерального живлення на польову схожість та формування початкової густоти посіву;
- визначити реакцію соняшнику на фактори досліду за біометричними показниками (висота рослин у ключові фази розвитку);
- встановити зміни площі листкової поверхні як показника фотосинтетичного потенціалу посіву;
- дослідити вплив попередника і удобрення на елементи структури врожаю (діаметр кошика, кількість насінин у кошику, маса 1000 насінин);
- визначити урожайність соняшнику за варіантами та перевірити статистичну достовірність впливу факторів і їх взаємодії;
- розрахувати показники економічної ефективності (виробничі витрати, собівартість 1 т, умовно чистий прибуток, рівень рентабельності) та обґрунтувати рекомендації виробництву.

Об’єкт дослідження. Процес формування продуктивності агроценозу соняшнику в умовах Північного Степу України.

Предмет дослідження. Вплив попередника та рівня мінерального живлення (NPK) на показники росту, формування листкового апарату, структури врожаю, урожайність і економічну ефективність вирощування соняшнику.

Методи дослідження. Польовий двофакторний дослід у виробничо-наукових умовах із порівнянням варіантів за попередниками та рівнями удобрення. Під час вегетації проводили фенологічні спостереження, облік польової схожості та густоти стояння, біометричні вимірювання висоти рослин, визначення площі листкової поверхні, аналіз структури врожаю (відбір типових рослин), облік урожайності з перерахунком на стандартну вологість і 100% чистоту. Статистичну обробку результатів виконували

методами дисперсійного аналізу для двофакторного дослідження з оцінкою НІР₀₅ та значущості основних ефектів і взаємодії факторів. Економічні розрахунки проводили на основі технологічних витрат і ціни реалізації продукції, прийнятої для умов розрахунку.

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше для умов Північного Степу України на чорноземі звичайному за посушливого перебігу погоди року досліджень отримано кількісну оцінку порівняльного внеску попередника та рівня NPK у формування стартових параметрів посіву, морфологічних показників (висота рослин, площа листкової поверхні), елементів структури врожаю та кінцевої урожайності соняшнику. Уточнено, наскільки підвищення мінерального живлення здатне компенсувати зниження продуктивності за повторного розміщення соняшнику, а також обґрунтовано економічно доцільні поєднання попередника й рівня удобрення за показниками собівартості та рентабельності.

Теоретична та практична значимість. Результати поглиблюють уявлення про роль агрофону попередника та збалансованого NPK у формуванні продуктивності соняшнику в умовах водного стресу. Практичне значення полягає в тому, що встановлені закономірності можуть бути використані при складанні технологічних карт господарств Північного Степу для: вибору раціонального попередника під соняшник; визначення доцільного рівня мінерального живлення (від помірного до підвищеного) залежно від мети виробництва (стабілізація врожаю чи максимізація прибутку); підвищення окупності витрат і зниження ризиків у посушливі роки.

Особистий внесок автора. Автором самостійно виконано постановку мети й завдань, організацію польових спостережень і обліків, проведення біометричних вимірювань, відбір зразків для аналізу структури врожаю, узагальнення результатів, статистичну та економічну обробку даних, формулювання висновків і рекомендацій виробництву.

Апробація результатів кваліфікаційної роботи. Основні результати досліджень обговорено на кафедральних семінарах та використано для

підготовки рекомендацій щодо вирощування соняшнику в умовах Північного Степу України.

Структура і обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається із вступу, 5 розділів, висновків і рекомендації виробництву, списку використаних літературних джерел. Загальний обсяг роботи 70 сторінок комп'ютерного тексту, включаючи 7 таблиць. Список використаних джерел складається з 59 найменувань.

РОЗДІЛ 1

СТАН ВИВЧЕННЯ ПИТАННЯ АГРОТЕХНІКИ СОНЯШНИКУ

(Огляд літератури)

1.1. Біологічні особливості соняшнику та потреба в елементах живлення

Соняшник (*Helianthus annuus* L.) належить до провідних олійних культур України та характеризується високою адаптивністю до різних ґрунтово-кліматичних умов. Водночас, попри відносну пластичність, культура дуже чутлива до рівня забезпечення елементами живлення в критичні періоди онтогенезу, оскільки формує значний обсяг вегетативної маси та інтенсивно закладає генеративні органи в обмежені строки. Саме тому збалансоване мінеральне живлення є одним із ключових чинників реалізації потенціалу сучасних гібридів, а його оптимізація набуває особливої ваги в умовах Степу України, де нестача вологи та високі температури часто обмежують засвоєння поживних речовин [13; 45].

Біологічні особливості соняшнику визначають його підвищену потребу в ресурсах живлення. Передусім, культура має потужний стрижневий корінь із розгалуженою системою бічних коренів, що забезпечує використання вологи й елементів живлення з глибших шарів ґрунту. Така ознака пояснює відносно високу посухостійкість соняшнику порівняно з багатьма іншими польовими культурами, проте не означає незалежності врожаю від водного чинника: за дефіциту вологи різко знижується рухливість і доступність елементів у ґрунтовому розчині та уповільнюється їх надходження в рослину. У результаті навіть за достатнього агрохімічного фону ефективність добрив може зменшуватися, якщо погодні умови не забезпечують нормального водного режиму рослин [18; 59]. Для Дніпропетровської області, де характерними є літні посухи та контрастність гідротермічних умов за роками,

це має принципове значення, адже дія добрив тісно пов'язана зі зволоженням у періоди інтенсивного росту та наливу насіння [28; 40].

Важливим компонентом продуктивності соняшнику є формування потужного асиміляційного апарату. Культура здатна швидко нарощувати листову поверхню, що забезпечує високий потенціал фотосинтезу, але потребує достатнього та збалансованого надходження азоту, фосфору й калію. Недостатнє живлення на ранніх етапах призводить до гальмування росту, зменшення площі листків, ослаблення кореневої системи й, як наслідок, зниження інтенсивності фотосинтетичних процесів у подальшому. З іншого боку, надлишок окремих елементів (передусім азоту) може зміщувати співвідношення між вегетативним і генеративним розвитком та погіршувати показники якості (насамперед олійність) [13; 31]. Отже, біологічна природа соняшнику вимагає не просто “високого” рівня живлення, а саме оптимального – з урахуванням фази розвитку та умов середовища [45; 46].

Ріст і розвиток соняшнику відбувається поетапно, і потреба в елементах живлення суттєво змінюється залежно від фенологічної фази. На початкових етапах (сходи – 4–6 листків) визначальним є формування кореневої системи та стартового листового апарату. У цей період особливо важливим є доступний фосфор, який сприяє активізації ростових процесів, розвитку коренів і підвищенню енергії росту. Саме тому припосівне або локальне забезпечення фосфором часто розглядають як важливу умову дружних сходів і формування вирівняних посівів [31; 45]. Азот на ранніх етапах також потрібний, але його надлишок може викликати небажане “жирування” і формування надмірної надземної маси на шкоду кореневій системі, що в умовах дефіциту вологи посилює ризики зниження продуктивності [13; 33].

У фазі активного росту (6–12 листків) та під час формування кошика (бутонізація) потреба в елементах живлення зростає, оскільки одночасно збільшується маса вегетативних органів і відбувається закладання потенційної продуктивності кошика. Саме в цей період формуються майбутні елементи структури врожаю – розмір кошика та потенційна кількість квіток, а отже і

можливий рівень виповненості насіння. За обмеженого живлення в цей час рослина “економить” на рості та генеративних органах, що проявляється зменшенням кошика і нижчим потенціалом урожайності незалежно від того, наскільки сприятливими будуть умови пізніше [33; 45]. Практично це означає, що недоліки живлення на етапі закладання продуктивності не завжди можна компенсувати навіть хорошими умовами в період наливу насіння.

Найбільш критичними періодами, з погляду формування врожаю, є бутонізація – цвітіння та цвітіння – початок наливу насіння. У ці фази потреба соняшнику в поживних речовинах і воді є максимальною, а дефіцит будь-якого з ключових елементів (N, P, K) може зумовити зменшення кількості виповнених насінин, погіршення запилення та зниження маси 1000 насінин. Водночас у посушливі роки саме під час цвітіння й наливу насіння часто спостерігаються найбільші стреси, що пояснює значні коливання врожайності та різну віддачу від удобрення за роками [18; 59]. Таким чином, забезпечення рослин живленням у ці фази слід розглядати як одну з основ стабілізації врожайності за нестійких погодних умов [28; 40].

Калій у біології соняшнику має особливе значення через його роль у регуляції водного режиму, транспорту асимілянтів і підвищенні стійкості до температурних та водних стресів. У степових умовах, де часто спостерігаються високі температури в літній період, достатнє калійне забезпечення може бути важливою умовою ефективнішого використання вологи й підтримання процесів наливу насіння. Це узгоджується з даними щодо водоспоживання соняшнику та залежності ефективності технологічних прийомів (у тому числі удобрення) від гідротермічних умов [18; 59]. У практичному аспекті це означає, що оптимізація мінерального живлення має розглядатися разом із заходами збереження вологи (обробіток ґрунту, попередник, густина посіву), а не ізольовано [28; 45].

Соняшник відзначається значним винесенням елементів живлення урожаєм основної та побічної продукції. Тому в разі систематичного вирощування культури без науково обґрунтованого повернення поживних

речовин у ґрунт можливе виснаження родючості, погіршення агрохімічних показників і зниження стабільності врожаїв у сівозміні. Особливої актуальності це набуває за високого насичення сівозмін соняшником, що може посилювати дисбаланс поживних речовин, зростання фітосанітарного навантаження та ризику деградаційних процесів у ґрунті [20; 49]. Узагальнення наукових підходів до ведення землеробства в зоні Степу України також підкреслюють необхідність узгодження структури посівів і системи удобрення для підтримання родючості та запобігання її зниженню [28; 37].

Окремо слід відзначити взаємозв'язок мінерального живлення з іншими елементами технології вирощування, адже біологічні особливості соняшнику проявляються по-різному залежно від густоти стояння, способу сівби, строків сівби та умов формування посіву. Доведено, що зміни густоти та способу сівби можуть суттєво впливати на формування листкової поверхні, використання вологи та поживних речовин, а отже – на структуру врожаю та кінцеву продуктивність [30; 47]. У цьому контексті удобрення виступає фактором, який або підсилює позитивний ефект технологічних прийомів, або, навпаки, за невідповідності умовам може зменшувати ефективність вирощування. Тому при вивченні рівнів мінерального живлення доцільно враховувати, що оптимальна норма добрив залежить не лише від ґрунтових запасів, а й від загальної технологічної моделі вирощування соняшнику в конкретних умовах [45; 46].

Сучасні тенденції зміни агрокліматичних умов (підвищення температур, частіші посушливі періоди, нерівномірність опадів) також коригують підходи до забезпечення культури елементами живлення. За умов, коли стресові фактори проявляються частіше, зростає роль таких рішень, які підвищують ефективність використання вологи та елементів живлення й мінімізують ризикові надлишкові дози, що не реалізуються в урожай і можуть погіршувати якість продукції [1; 40]. Саме тому актуальним є пошук оптимального рівня

мінерального живлення, який забезпечить не лише максимальний, а й стабільний урожай у змінних агрокліматичних умовах степової зони [28; 40].

Таким чином, біологічні особливості соняшнику – потужна коренева система, значні потреби в елементах живлення в періоди формування кошика, цвітіння та наливу насіння, суттєве винесення поживних речовин урожаєм і тісний взаємозв'язок між водним режимом та засвоєнням елементів – обґрунтовують необхідність науково вивіреного підходу до вибору рівнів мінерального живлення. В умовах Дніпропетровської дослідної станції, які репрезентують типові виклики степової зони (нестійке зволоження, високі температури, потреба в підтриманні родючості ґрунту), дослідження впливу рівня мінерального живлення на урожайність соняшнику є логічним і практично значущим напрямом [28; 40].

1.2. Роль та вплив основних елементів мінерального живлення на продуктивність соняшнику

Мінеральне живлення є одним із головних керованих факторів, що визначають рівень реалізації генетичного потенціалу соняшнику та стабільність його врожайності за різних погодних умов. Дія добрив проявляється не лише через приріст урожаю, а й через зміну параметрів структури врожаю (розмір кошика, кількість та виповненість насінин, маса 1000 насінин), а також через показники якості – передусім олійність і вихід олії. У наукових джерелах підкреслюється, що ефективність удобрення соняшнику залежить від вихідної родючості ґрунту, зволоження, технології вирощування, а також від особливостей гібрида, тому оптимізацію рівня живлення доцільно проводити з урахуванням конкретних ґрунтово-кліматичних умов вирощування [28; 10].

Узагальнення результатів досліджень в Україні показують, що соняшник здатний позитивно реагувати на внесення мінеральних добрив, однак за умови збалансованості елементів і недопущення надмірного переважання азоту. При цьому в сучасних технологіях все більшої уваги

набувають комплексні та рідкі добрива, застосування яких спрямоване на підвищення доступності елементів живлення й ефективності їх використання культурою [12; 22]. Дослідники також відзначають, що дія добрив на урожайність і якість насіння суттєво варіює за роками, що особливо характерно для посушливих умов Степу, де лімітуючим фактором часто виступає волога, яка визначає інтенсивність засвоєння елементів живлення [21; 28].

Азот є ключовим елементом, який забезпечує формування вегетативної маси, інтенсивність ростових процесів і розвиток листкового апарату. За достатнього азотного живлення підвищується фотосинтетична активність посіву, посилюється ріст рослин і створюються передумови для формування крупнішого кошика та більшої кількості насінин. Водночас для соняшнику характерна специфічна реакція на азот: за надлишкових доз можливе посилення вегетативного росту на шкоду генеративному розвитку, затування вегетації та зниження олійності насіння. Тому в агрономічній літературі азот розглядають як елемент, який потребує особливо обережного нормування залежно від агрофону та умов зволоження [33; 31].

Окремі дослідження, присвячені впливу різних норм добрив на соняшник, підкреслюють, що оптимальні азотні фони сприяють підвищенню врожайності, але ефект є істотно вищим у поєднанні з фосфором і калієм, тоді як незбалансоване азотне живлення не забезпечує повної реалізації потенціалу культури [11; 16]. Практичний висновок, який простежується в роботах з технології вирощування соняшнику, полягає в тому, що азот не слід розглядати як універсальний фактор приросту врожаю без урахування інших елементів живлення та ресурсів вологи, особливо в зоні Степу [45; 28].

Фосфор має провідне значення для енергообмінних процесів, росту кореневої системи, формування генеративних органів та прискорення проходження ранніх фаз розвитку. Для соняшнику важливо, щоб доступний фосфор був наявний з перших етапів онтогенезу, оскільки саме тоді формується стартова коренева система та закладаються передумови

ефективного використання вологи й поживних речовин у подальшому. В умовах недостатнього фосфорного живлення рослини частіше формують слабшу кореневу систему, гірше переносять посуху, а в критичні періоди (бутонізація–цвітіння) проявляється недореалізація потенційної продуктивності кошика [31; 45].

Результати досліджень з ефективності добрив у технологіях вирощування соняшнику свідчать, що забезпеченість фосфором відіграє особливу роль у формуванні елементів структури врожаю й у підвищенні стабільності продуктивності за різних погодних сценаріїв [3; 7]. Оскільки доступність фосфору значною мірою залежить від агрохімічного стану ґрунту, в наукових працях наголошується на доцільності врахування вихідної забезпеченості ґрунту рухомими формами фосфору при встановленні рівня мінерального живлення в конкретних умовах господарства чи дослідної установи [28; 40].

Калій вважають елементом, який суттєво впливає на водний режим рослин, регуляцію транспорту асимілянтів, стійкість до посухи та високих температур. Для соняшнику, який часто вирощують у посушливих умовах, калійне живлення є важливим чинником формування врожаю в період наливу насіння, коли поєднуються високе теплове навантаження та потреба в ефективному перерозподілі продуктів фотосинтезу в насіння. З огляду на це в роботах, присвячених технологіям вирощування соняшнику у Степу, підкреслюється значення калію як елемента, що підтримує продуктивність у стресові періоди та сприяє стабілізації врожайності за нестійкого зволоження [45; 28].

Поряд із урожайністю, калійний фон може впливати і на якість продукції, оскільки процеси наливу насіння та накопичення олії значною мірою визначаються ефективністю транспорту вуглеводів та загальним фізіологічним станом рослин у другій половині вегетації. У міжнародних публікаціях також відзначається зв'язок режиму удобрення з урожайністю та якістю насіння соняшнику, включно з олійністю, що підтверджує актуальність

дослідження оптимальних рівнів мінерального живлення для отримання не лише високого, а й якісного врожаю [54; 55].

Найвищі та найбільш стабільні результати, як правило, забезпечує не посилення одного елемента, а збалансована система живлення. У роботах, присвячених впливу живлення на продуктивність соняшнику, підкреслюється, що ефективність азотного живлення значно підвищується за достатньої забезпеченості фосфором і калієм, тоді як дефіцит одного з елементів обмежує віддачу від інших [15; 16]. Це пояснюється законом мінімуму: навіть за високого рівня внесення N рослина не зможе реалізувати потенціал врожаю, якщо обмеженням стане P або K, і навпаки [10; 11].

Окремим напрямом сучасних досліджень є оцінка ефективності комплексних та рідких добрив, які можуть містити кілька елементів живлення та забезпечувати кращу доступність поживних речовин у ґрунті. Низка робіт вказує на позитивний вплив рідких комплексних добрив на продуктивність соняшнику та окремі показники якості, що пов'язують із більш рівномірним розподілом діючої речовини, потенційно вищою швидкістю засвоєння та можливістю технологічно гнучкого застосування [8; 9]. При цьому порівняння рідких і твердих форм добрив розглядається як важливий аспект, оскільки форма добрива може впливати на швидкість переходу елементів у доступний стан і, відповідно, на кінцевий результат у вигляді врожайності та олійності [32; 36].

Вітчизняні дослідження також демонструють, що застосування різних схем удобрення здатне змінювати інтенсивність росту й розвитку соняшнику та формувати різні типи продуктивності посіву залежно від погодних умов року. Це підкреслює необхідність підбору саме рівня мінерального живлення (низького, середнього, підвищеного) як компромісу між потенціалом приросту врожаю та ризиками недореалізації внесених доз у посушливі роки [52; 21]. З позицій економіки, рівень удобрення має бути не лише агрономічно обґрунтованим, а й економічно доцільним, оскільки збільшення доз не завжди

забезпечує пропорційний приріст урожаю та може знижувати окупність витрат [27; 19].

Важливо наголосити, що мінеральне живлення впливає на якість насіння соняшнику не меншою мірою, ніж на кількісні показники. У роботах, присвячених добривам і якості насіння, відзначається, що режим удобрення може змінювати вміст олії та інші якісні характеристики, а отже оптимізація живлення повинна передбачати оцінку не тільки урожайності, а й олійності та виходу олії з одиниці площі [2; 7]. Подібні висновки підтверджуються і міжнародними джерелами, де аналізуються різні режими удобрення та їхній вплив на урожайність і показники олійності [56; 57].

Отже, наукові дані свідчать, що роль мінерального живлення соняшнику визначається комплексною дією елементів N, P, K, їх збалансованістю та відповідністю ґрунтово-кліматичним умовам. Для зони Степу, зокрема умов Дніпропетровської області, підбір рівня мінерального живлення має враховувати нестійке зволоження, агрохімічні показники ґрунту та технологію вирощування, оскільки саме ці фактори визначають ефективність використання внесених елементів і формування стабільної урожайності та якості насіння соняшнику [28; 40].

1.3. Системи, рівні та способи внесення мінеральних добрив під соняшник

Ефективність мінерального живлення соняшнику визначається не лише нормою добрив, а й системою їх застосування, формою, строками та способом внесення. У наукових працях наголошується, що одна й та сама норма NPK може давати різний результат залежно від забезпеченості ґрунту елементами живлення, запасів вологи, технології обробітку ґрунту, густоти стояння та погодних умов року. Особливо це актуально для зони Степу України, де дія добрив значною мірою пов'язана з гідротермічним режимом, а дефіцит вологи часто виступає лімітуючим фактором реалізації внесених елементів живлення [28; 40; 21].

У сучасних технологіях вирощування соняшнику переважає підхід, за якого систему удобрення формують на основі: агрохімічної оцінки ґрунту, запланованого рівня врожайності, винесення поживних речовин урожаєм, а також місця культури в сівозміні. За даними узагальнюючих праць щодо ведення землеробства в зоні Степу України, саме поєднання агрохімічного моніторингу і раціональної системи удобрення є необхідною умовою підтримання родючості та стабільності врожаїв [28; 37]. В умовах високого насичення сівозмін соняшником підсилюється потреба у збалансованому поверненні елементів живлення, оскільки культура характеризується значним винесенням поживних речовин і може сприяти поступовому виснаженню ґрунту за недостатнього удобрення [20; 49].

Найчастіше система удобрення соняшнику включає основне внесення, припосівне внесення та, за технологічної можливості й доцільності, підживлення або позакореневе живлення. У роботах, присвячених технологічним прийомам вирощування соняшнику у Степу, підкреслюється доцільність узгодження удобрення з іншими елементами технології, зокрема строками сівби, густотою стояння, обробітком ґрунту, оскільки це визначає ефективність використання вологи й поживних речовин посівом [45; 47].

У літературі рівні мінерального живлення соняшнику найчастіше розглядають як градації, що відображають різний ступінь забезпечення посіву елементами N, P, K, від мінімального або контрольного до середнього й підвищеного. Встановлено, що приріст урожайності за підвищення рівня живлення має тенденцію до зменшення на кожному наступному ступені, тобто ефект добрив не завжди є пропорційним до зростання норми. Це особливо виражено в роки з дефіцитом вологи, коли частина внесених елементів не реалізується у врожаї, а економічна ефективність підвищених норм знижується [21; 27]. Дослідження впливу різних норм добрив на соняшник підтверджують, що найбільш обґрунтованими є ті рівні мінерального живлення, які узгоджуються з агрохімічним станом ґрунту та ресурсами вологи, з урахуванням можливих погодних ризиків [11; 10].

Важливим є також співвідношення елементів у системі удобрення. Результати досліджень вказують, що найстабільніший ефект забезпечується за збалансованого внесення NPK, тоді як дефіцит одного з елементів обмежує реалізацію інших, а отже знижує загальну результативність удобрення [15; 16; 3]. Тому в практиці все частіше застосовують комплексні добрива, які дозволяють поєднати елементи в одній технологічній операції та забезпечити більш рівномірне живлення рослин [12; 14; 44].

Строки внесення мінеральних добрив під соняшник визначаються, з одного боку, біологічними потребами культури на ранніх етапах розвитку, з іншого боку, умовами переходу елементів у доступні форми та ризиками їх втрат. З огляду на фізіологічну роль фосфору в коренеутворенні та стартовому рості соняшнику, у наукових працях акцентують увагу на важливості забезпечення доступним фосфором саме у початковій фазі розвитку. Це часто реалізують через припосівне, зокрема локальне внесення фосфорних або комплексних добрив [31; 45]. Для калію, який суттєво впливає на водний режим і стійкість рослин до стресових факторів, основне внесення з загортанням у ґрунт розглядають як поширене рішення, що формує загальний калійний фон на період наливу насіння [28; 45].

Азотне живлення соняшнику, за даними досліджень, доцільно нормувати з урахуванням вологозабезпечення та вихідної забезпеченості ґрунту, оскільки надмірний азотний фон не завжди підвищує продуктивність і може знижувати якісні показники насіння. У технологічних рекомендаціях щодо Степу підкреслюється потреба оптимізації азоту та узгодження його внесення з реальними умовами року, зокрема через раціональний розподіл азотних форм у системі удобрення [45; 28].

Спосіб внесення добрив впливає на доступність елементів живлення для кореневої системи, а також на коефіцієнт їх використання рослинами. За умов обмеженої вологи, характерних для степової зони, підвищення ефективності добрив часто пов'язують із локальним внесенням у зону розміщення коренів. Дослідження з локального внесення добрив на соняшнику вказують на

можливість підвищення результативності живлення, зокрема за рахунок кращої доступності елементів на початкових етапах росту та зменшення їх фіксації ґрунтом [48; 36]. Саме тому локальне або припосівне внесення, особливо фосфорвмісних і комплексних добрив, розглядають як важливий елемент технології в посушливих умовах [31; 45].

Позакореневе живлення, зокрема у вигляді рідких добрив, частіше розглядають як коригуючий захід, який доповнює основне внесення. У працях, присвячених застосуванню рідких добрив, відзначається їх використання для оперативного забезпечення рослин елементами живлення в періоди підвищеної потреби або за умов, коли кореневе засвоєння може бути обмежене ґрунтовими чинниками [43; 24]. Водночас ефективність такого підходу залежить від погодних умов, фази розвитку та складу препарату, тому його доцільно розглядати як елемент системи, а не як повну заміну основному удобренню [38; 12].

Сучасна практика удобрення соняшнику включає як традиційні тверді форми (азотні, фосфорні, калійні), так і рідкі добрива, зокрема рідкі комплексні та рідкі азотні форми. Наукові публікації свідчать, що рідкі комплексні добрива можуть забезпечувати позитивний ефект щодо урожайності й окремих показників якості насіння, що пов'язують із технологічною зручністю застосування та потенційно більшою доступністю елементів живлення [8; 9; 22]. Окремі дослідження, які порівнюють рідкі та тверді форми, підкреслюють, що результат залежить від умов внесення, рівномірності розподілу, строків і агрохімічного стану ґрунту, тобто форма добрива є важливою, але не єдиною причиною різниці в продуктивності [32; 41].

Комплексні добрива розглядають як засіб оптимізації живлення завдяки поєднанню елементів, що може підвищувати збалансованість системи удобрення. Дослідники відзначають, що застосування комплексних добрив сприяє підвищенню ефективності вирощування соняшнику, особливо за умов, коли необхідно одночасно забезпечити рослини кількома елементами

живлення на ранніх етапах росту [12; 14; 44]. Водночас підбір конкретної форми добрива має відповідати агрохімічним показникам ґрунту, технологічним можливостям господарства та обраному рівню мінерального живлення в досліді [28; 40].

Економічні аспекти є обов'язковим компонентом обґрунтування системи удобрення. У працях, присвячених економічній оцінці застосування добрив, підкреслюється, що збільшення норм не завжди забезпечує відповідне зростання прибутковості, а оптимальний варіант удобрення має визначатися за показниками окупності витрат і рентабельності [27; 19]. З огляду на це вибір рівня мінерального живлення в умовах дослідної станції доцільно розглядати як пошук агрономічно ефективного та економічно обґрунтованого рішення, що забезпечує стабільну продуктивність посівів за різних погодних умов [21; 28].

Отже, наукові дані підтверджують, що система удобрення соняшнику має формуватися на основі поєднання рівня мінерального живлення, форми добрив, строків і способів внесення. Для умов Степу України, зокрема Дніпропетровської області, пріоритетними є рішення, що підвищують ефективність використання елементів живлення за обмеженої вологи, забезпечують збалансованість NPK і залишаються економічно доцільними. Це створює теоретичне підґрунтя для експериментального оцінювання різних рівнів мінерального живлення соняшнику в умовах Дніпропетровської дослідної станції [28; 40; 45].

1.4. Роль попередника та місце соняшнику в сівозміні

Попередник є одним із ключових елементів технології вирощування соняшнику, оскільки саме він формує вихідний агрофон посіву: запаси продуктивної вологи, рівень доступних елементів живлення, фізичний стан орного шару, забур'яненість і фітосанітарне навантаження (інфекційний фон хвороб, наявність вовчка, шкідників тощо). Для умов Північного Степу значення попередника посилюється тим, що волога є головним лімітуючим

фактором, а здатність ґрунту акумулювати й зберегти воду до критичних фаз (бутонізація–цвітіння–налив) визначається насамперед попередньою культурою та системою обробітку ґрунту [28; 40; 45]. Тому оцінка попередників у контексті урожайності соняшнику в літературі розглядається не як другорядний агроприйом, а як базове рішення, що задає «стелю» реалізації потенціалу гібриду і ефективності удобрення [20; 49].

Механізми впливу попередника на продуктивність соняшнику зазвичай пояснюють сукупністю кількох чинників.

Водний режим ґрунту. Культура-попередник відрізняється строками збирання, глибиною та інтенсивністю споживання вологи, здатністю залишати мульчу й рослинні рештки. Ранні попередники (озимі зернові, горох) зазвичай залишають більше часу для накопичення вологи в осінньо-зимовий період і дають можливість виконати вологозберігаючі операції [28; 37; 45]. Натомість пізно зібрані або високотранспіраційні попередники частіше формують дефіцит вологи в орному шарі, що для Степу може бути критичним уже на етапі проростання й формування сходів [40; 59].

Поживний режим і післядія попередника. Зернобобові (зокрема горох) у літературі традиційно розглядають як попередники, що можуть покращувати азотний режим ґрунту завдяки симбіотичній азотфіксації та меншому виносу доступних форм азоту порівняно з непаровими попередниками [20; 49]. Озимі зернові, навпаки, залишають значну кількість соломи, яка під час мінералізації може тимчасово «зв'язувати» азот, тому під соняшник після зернових важливими є збалансовані дози NPK і раціональне управління рештками [28; 45]. Водночас у посушливих умовах саме фосфорно-калійний фон і доступність фосфору на старті часто визначають стабільність росту й розвиток кореневої системи, а попередник впливає на ці процеси через загальний агрохімічний стан поля та рівень винесення елементів [31; 45].

Фізичний стан ґрунту. Попередники по-різному впливають на структуру, щільність та аерацію орного шару. Зернобобові та озимі часто формують кращі передумови для структурності й водопроникності, тоді як

повторне вирощування соняшнику за високої інтенсивності механічних операцій може сприяти ущільненню, погіршенню капілярного підняття вологи та зниженню ефективності опадів [35; 37]. Для чорноземів звичайних Степу це важливо, оскільки ущільнення орного шару й «плужна підшва» зменшують доступність вологи й поживних речовин саме в період інтенсивного росту культури [28; 40].

Фітосанітарний стан: бур'яни, хвороби, шкідники. У джерелах підкреслюється, що порушення сівозміни й надмірне насичення соняшником підвищує інфекційний фон низки хвороб, ускладнює контроль бур'янів та сприяє накопиченню специфічних шкідливих організмів, характерних для культури [20; 49]. Особливою проблемою для степових регіонів є вовчок соняшниковий (*Orobanche cymana*), ризик якого, як правило, зростає за скорочення ротації та повторних посівів, що обґрунтовує необхідність агротехнічної профілактики через сівозміну та підбір стійких гібридів [28; 40]. Паралельно література акцентує, що фітосанітарний ефект попередника проявляється також через різний спектр бур'янів, що визначає складність системи гербіцидного захисту та ризику формування резистентності за тривалого використання однакових діючих речовин [45; 47].

На основі узагальнення публікацій у технологіях вирощування соняшнику для степової зони найчастіше виділяють групи попередників за придатністю. До відносно кращих відносять озимі зернові та ранні зернобобові (горох), які зазвичай забезпечують поєднання прийняттого водного режиму, керованої забур'яненості та технологічної зручності підготовки ґрунту під сівбу соняшнику [28; 40; 45]. До допустимих попередників у ряді джерел зараховують окремі ярі культури за умови належного контролю бур'янів, структури ґрунту та збереження вологи [45; 47]. Водночас повторне розміщення соняшнику та вирощування після культур зі спільними проблемами фітосанітарного комплексу розглядається як фактор ризику, що системно знижує стабільність урожайності, погіршує стартові умови формування посіву та підвищує витрати на захист [20; 49].

Негативний ефект повторних посівів соняшнику в літературі пояснюють явищем «втоми ґрунту», яке включає: значне виснаження ґрунтових запасів вологи через високу транспірацію попереднього соняшнику; підвищене винесення калію та фосфору і, як наслідок, зниження ефективності стартового живлення за недостатньої компенсації добривами; накопичення рослинних решток із можливими алелопатичними проявами; зростання інфекційного фону та ускладнення контролю бур'янів [20; 49; 28]. Практичний висновок більшості авторів полягає в тому, що сівозміна для соняшнику повинна забезпечувати достатній інтервал повернення культури на поле, а підвищення насичення соняшником у структурі посівів допустиме лише за умови посиленого фітосанітарного контролю, грамотного управління рештками та економічно обґрунтованого удобрення [28; 37; 45].

Важливо, що попередник впливає не тільки на «базовий» рівень урожайності, а й на віддачу від мінерального живлення. На кращих попередниках (озима пшениця, горох) добрива, як правило, ефективніше реалізуються у врожай завдяки кращій структурі ґрунту, меншій конкуренції з бур'янами та кращому водному режиму; натомість на гіршому агрофоні (соняшник по соняшнику) добрива можуть частково компенсувати дефіцит поживних елементів, але не завжди здатні повністю нівелювати втрати від нестачі вологи та високого фітосанітарного навантаження [21; 27].

Таким чином, огляд літературних джерел свідчить, що попередник у степових умовах є визначальним фактором формування агрофону соняшнику, який впливає на польову схожість, ріст, розвиток асиміляційного апарату, елементи структури врожаю та кінцеву урожайність, а також визначає ефективність мінерального живлення і рівень виробничих ризиків [28; 40; 45]. Це створює теоретичне підґрунтя для експериментальної оцінки впливу попередників у поєднанні з різними рівнями мінерального живлення в умовах Північного Степу України.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ

2.1. Ґрунтово-екологічна характеристика зони досліджень

Дослідження проводять у межах Північного Степу України. Це перехідна підзона між Лісостепом і Центральним Степом, для якої типовими є хвилясті лесові рівнини та терасовано-долинний рельєф у зоні впливу долини Дніпра. Клімат тут різко континентальний. Літо, як правило, тепле й посушливе, зима відносно м'яка, часто малосніжна. За сучасних кліматичних умов середньорічна температура повітря становить близько 9,0–10,5 °С. Сума активних температур вище 10 °С знаходиться орієнтовно в межах 3000–3400 °С, а тривалість вегетаційного періоду складає 180–200 діб. Річна кількість опадів переважно 450–520 мм, найбільша їх частка припадає на травень–липень. Останніми роками відзначається зростання частки зливових опадів і частіша повторюваність літніх посух, що ускладнює стабільне вологозабезпечення посівів [1; 53].

Для кількісної оцінки вологозабезпечення застосовують гідротермічний коефіцієнт Селянинова: $HTC = 10 \cdot \Sigma P / \Sigma t > 10$ °С. Для Північного Степу він найчастіше коливається в межах 0,7–0,9, а в посушливі роки може знижуватися до 0,5–0,6. Такі значення свідчать про підвищений ризик ґрунтово-атмосферних посух, особливо в періоди бутонізації та цвітіння ярих культур, коли дефіцит вологи найбільш відчутно впливає на формування врожаю [53; 35].

Ґрунтовий покрив зони представлений насамперед чорноземами звичайними, сформованими на лесових суглинках. За вмістом гумусу вони переважно малогумусні або середньогумусні; місцями трапляються чорноземи типові. У заплавах річок поширені лучно-чорноземні та дерново-лучні ґрунти, а в пониженнях рельєфу можуть формуватися солонцюваті комплекси. Для чорноземів звичайних характерний добре виражений гумусовий горизонт А потужністю близько 0–30(35) см з темним забарвленням і зернисто-

горіхуватою структурою. Нижче розташовані перехідні горизонти з ознаками ілювіальних процесів. Карбонатний горизонт зазвичай приурочений до глибини 60–100 см, у профілі часто спостерігаються карбонатні новоутворення та конкреції CaCO_3 [35; 37].

Генезис зазначених ґрунтів пов'язують із формуванням під різнотравно-типчакково-ковиловою рослинністю на карбонатних лесових відкладах. Поєднання помірного зволоження в минулому та інтенсивного біологічного кругообігу зумовило високий рівень насиченості основами й переважно нейтральну або слабколужну реакцію ґрунтового розчину. Для орного шару чорноземів регіону типовий уміст гумусу в межах 3,0–4,5%. Разом з тим під впливом інтенсивного землеробства можливе поступове зниження вмісту органічної речовини внаслідок мінералізації та дегуміфікації [37; 28].

Реакція ґрунтового розчину найчастіше близька до нейтральної: pH_{water} 6,5–7,5. Карбонати кальцію, як правило, приурочені до глибини 60–100 см. Забезпеченість орного шару рухомими формами елементів живлення є змінною. За фосфором і калієм вона може бути середньою або підвищеною, особливо за систематичного внесення добрив. Рухомий фосфор у багатьох випадках перебуває в межах 80–150 мг/кг, обмінний калій становить 100–200 мг/кг. Вміст нітратного азоту навесні зазвичай низький або середній, тому азотне живлення потребує регулювання з урахуванням фактичного вологозабезпечення та запланованого рівня врожайності [50; 35].

За гранулометричним складом ґрунти переважно середньосуглинкові. Частка фізичної глини ($<0,01$ мм) часто становить 40–55%, що формує достатню вологоємність і буферні властивості. Одночасно така текстура зумовлює підвищену чутливість до ущільнення орного шару під впливом інтенсивних механізованих робіт. У понижених елементах мікрорельєфу можливе накопичення легкорозчинних солей та прояви підлуження, а у заплавах річок за надлишкового зволоження можуть виникати ознаки оглеєння верхніх горизонтів [50; 35].

Природна родючість чорноземів звичайних забезпечує високий потенціал урожайності основних культур Степу за умови раціонального обробітку ґрунту, збалансованого удобрення та застосування вологоощадних технологій. До основних екологічних обмежень зони належать нестача опадів у літній період, часті повітряні та ґрунтові посухи, ризики вітрової та водної ерозії на відкритих схилах, вторинне ущільнення орного шару, а також локальні прояви засолення або підлуження в пониженнях рельєфу. Виробнича практика в таких умовах потребує ґрунтозахисних підходів: мінімалізації обробітку або переходу до ресурсозберігаючих систем із мульчуванням рослинними рештками, контурної сівби на схилах, смугового розміщення культур, а також інтегрованого управління живленням і реакцією ґрунтового середовища. Важливим є підтримання фосфорно-калійного фону та коригування мікроелементів за потреби, що сприяє стабілізації продуктивності культур в умовах кліматичної мінливості [28; 40; 45].

2.2. Агрокліматична характеристика зони досліджень

Дослідження виконували на території Дніпропетровської дослідної станції Інституту овочівництва і баштанництва НААН (с. Олександрівка, Дніпровський р-н; вул. Опитна, 1), що належить до Північного Степу України з помірно континентальним, загалом посушливим кліматом [1, 35]. За класифікацією Кеппена клімат прилеглої до станції агломерації (м. Дніпро) належить до Dfa – вологий континентальний з жарким літом. Для області в цілому середня температура січня становить близько $-5...-6,5$ °C, липня – $+22...+23,5$ °C; річна кількість опадів змінюється в межах 400–450 мм, а тривалість вегетаційного періоду сягає близько 210 діб. Для самого міста Дніпро довідкові ряди подають середню річну температуру близько $10,1$ °C та сумарні опади порядку 540–570 мм, що відображає більшу зволоженість у долині Дніпра порівняно з плато області.

Середньорічна температура повітря у зоні досліджень близька до 10 °C, при цьому найхолодніший період припадає на січень (у середньому близько

-5...-6 °C), а найтепліший – на липень (+22...+23 °C). Абсолютні екстремуми для Дніпра коливалися від -38,2 °C (11.01.1940) до +40,9 °C (08.08.2010), що зумовлює ймовірність як зимового підмерзання, так і літніх хвиль спеки під час критичних фаз онтогенезу. Сума активних температур повітря вище 10 °C у Дніпропетровській області в «базовому» періоді 1986–2015 рр. становила орієнтовно 3040–3160 °C, що відповідає достатній теплозабезпеченості для соняшника.

Річна кількість опадів у регіоні відносно невелика та нерівномірно розподілена – максимум спостерігається в червні–липні, мінімум у березні та жовтні; для Дніпра середні місячні суми становлять приблизно 39–64 мм у теплий сезон. Оцінка зволоження за гідротермічним коефіцієнтом Селянінова (ГТК) показує: за період травень–червень формуються переважно «сприятливі» умови (ГТК 1,1–1,4), тоді як у липні–серпні – «нестійкі» та «посушливі» (ГТК 0,5–0,8). У цілому за період з температурою вище 10 °C характерне «недостатнє зволоження» (ГТК 0,7–1,1). Така сезонність водозабезпечення означає підвищений ризик дефіциту вологи саме у фазах бутонізації–цвітіння соняшника, що критично для формування корзинки та наливу насіння [59].

За даними мережі найближчих метеостанцій області середня річна швидкість вітру зазвичай перебуває в межах 2,1–4,3 м/с, зі значною повторюваністю потоків секторів Пн–С–З; частка штилів змінюється від ~8 до ~19 % залежно від пункту спостережень. Для станцій Комісарівка, Нікополь, Губиниха, Павлоград, Синельникове та Чаплине наведені багаторічні ряди свідчать про перевагу північних та східних румбів у холодний період і збільшення ролі західних/південно-західних у теплий сезон. Для відкритих платоподібних ділянок Степу це посилює випаровування і може загострювати еолові процеси на легких за гранулометриєю ґрунтах.

Сукупність теплових ресурсів регіону є достатньою для повного циклу вегетації провідних польових культур, зокрема соняшника, який оптимально росте за середньодобових температур 18–25 °C і чутливий до поєднання

теплого та водного стресу в період бутонізації–цвітіння. За річних опадів на рівні 400–570 мм і типового зниження ГТК у липні–серпні ключовим стає менеджмент ґрунтової вологи – збереження післязимових запасів, консерваційний обробіток, своєчасні строки сівби та узгоджений із погодою захист від бур’янів, щоби мінімізувати транспіраційні втрати [11, 59]. Узагальнення міжнародних джерел підкреслює: температури >25–30 °С у поєднанні з дефіцитом вологи в фазах цвітіння–наливу різко знижують урожай та вміст олії, тоді як достатня кількість тепла і вологи до середини літа та відсутність пікових стресів забезпечують реалізацію потенціалу гібридів.

2.3. Методика досліджень

Польові дослідження виконували в умовах Дніпропетровської дослідної станції Інституту овочівництва і баштанництва НААН України. Агротехніка вирощування соняшнику під час закладання та ведення дослідів була загальноприйнятою для зони Степу України і була однаковою для всіх варіантів, за винятком елементів технології, що вивчалися у досліді [45; 40]. Метою досліджень було встановити вплив попередника та рівня мінерального живлення на продуктивність соняшнику, а також оцінити зміну показників росту і структури врожаю залежно від варіантів удобрення (табл. 1).

Таблиця 1

Схема дослідів і досліджувані фактори

Попередники (фактор А)	Дози добрив (фактор В)
1. Пшениця озима	1. Контроль
2. Соняшник	2. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅
3. Горох	3. N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀

Польові дослідів закладали в умовах сівозміни дослідного поля. Соняшник розміщували після визначених попередників у межах ротації. Така постановка дослідів дозволяла оцінити окремий вплив попередника і удобрення, а також їх взаємодію на урожайність соняшнику.

Основні технологічні операції та догляд за посівами

Основний і передпосівний обробіток ґрунту. Основний обробіток виконували восени шляхом зяблевої оранки. Навесні після настання фізичної стиглості ґрунту проводили вирівнювання поверхні поля (за потреби) та передпосівний обробіток культиваторами на глибину 6-8 см. Усі операції виконували в оптимальні агротехнічні строки з урахуванням стану ґрунту та погодних умов.

Удобрення. Мінеральні добрива вносили навесні під передпосівну культивуацію відповідно до схеми досліду. Як джерело NPK застосовували нітроамофоску. Норми внесення становили 100 і 200 кг/га у фізичній масі, що забезпечувало рівні живлення, еквівалентні варіантам $N_{15}P_{15}K_{15}$ та $N_{30}P_{30}K_{30}$ (за вмістом діючих речовин у добриві). На контрольному варіанті мінеральні добрива не застосовували.

Захист від бур'янів. Контроль бур'янів здійснювали поєднанням хімічних і механічних заходів. Під передпосівний обробіток застосовували ґрунтовий гербіцид (залежно від прийнятої схеми захисту) Аспект® Про в нормі 2,0 л/га. За потреби для контролю злакових бур'янів використовували страховий гербіцид Селект 120, к.е. у нормі 0,4-1,8 л/га. У разі засмічення посівів багаторічними дводольними бур'янами (зокрема осот, берізка) застосовували додаткові механічні заходи, а за необхідності виконували ручне видалення.

Сівба. Сівбу проводили у третій декаді квітня. Спосіб сівби – широкорядний, ширина міжрядь 70 см. Використовували пневматичну сівалку СУПН-8 в агрегаті з трактором МТЗ-82. Норма висіву становила 60 тис. схожих насінин/га, із розрахунком на формування густоти стояння 55-60 тис. рослин/га перед збиранням. Перед сівбою насіння протруювали препаратом Колфуго супер у нормі 2 л/т.

Міжрядні обробітки. Догляд за посівами включав два міжрядні розпушування на глибину 6-8 см. Мета обробітків – знищення бур'янів у міжряддях, руйнування ґрунтової кірки та покращення аерації орного шару.

Збирання врожаю. Збирання соняшнику здійснювали шляхом прямого комбайнування. Використовували зернозбиральний комбайн John Deere (із відповідним пристроєм для збирання соняшнику). Урожай обліковували з облікових ділянок з подальшим перерахунком на стандартну вологість і 100% чистоту насіння.

Обліки, спостереження та показники оцінки

Під час вегетації проводили систематичні фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин відповідно до чинних методичних підходів державного сортовипробування. Виділяли 6 основних фаз: сходи, диференціація конуса наростання, формування кошика, цвітіння, фізіологічна стиглість, повна стиглість. Початком фази вважали її настання у 10% рослин, повною фазою – у 75% рослин.

Густота стояння рослин. Густану визначали двічі за вегетацію на фіксованих облікових майданчиках: на початку вегетації та перед збиранням. За необхідності проводили облік у повтореннях, що забезпечувало порівнюваність варіантів.

Біометричні показники.

Висоту рослин визначали у фазі 3–4 листків та у фазі цвітіння шляхом вимірювання лінійного приросту.

Площу листової поверхні встановлювали у фазі 3–4 листків і під час цвітіння. Визначення проводили за методами розрахунку за параметрами листка. Для цього відбирали по 10 рослин на кожному варіанті.

Структура врожаю. Для аналізу структури врожаю відбирали по 15 типових рослин з кожного варіанта. Визначали середні показники продуктивності рослин і поєднували їх з даними про густану стояння для пояснення формування врожайності.

Посівні та якісні показники насіння. Схожість, вологість, масу 1000 насінин визначали відповідно до вимог ДСТУ 4138-2002.

Математико-статистична обробка

Результати досліджень обробляли методами дисперсійного аналізу для двофакторного дослідження з оцінкою достовірності впливу факторів і їх взаємодії. Розрахунки виконували за класичними підходами до аналізу польових дослідів [25].

2.4. Агрометеорологічна характеристика періоду досліджень

Дослідження проводили у посушливих умовах Північного Степу з помірно континентальним кліматом, де водний фактор традиційно є головним лімітатором урожайності соняшника. Перебіг погоди у 2025 році мав виразно аридний характер: спостерігався підвищений температурний фон і хронічний дефіцит опадів упродовж більшості вегетації. За січень–листопад фактична сума опадів склала 258 мм за середньобаторічних 416 мм, тобто дефіцит становив близько 38 %. Навіть за умови наближення грудневих опадів до норми річне забезпечення вологою залишалося б орієнтовно на 40–45 % нижчим від середніх багаторічних величин. Середня річна температура повітря становила 8,5 °С проти 8,2 °С за нормою, що посилювало випаровуваність і втрати вологи з ґрунту.

Весна 2025 року була контрастною за температурою та стабільно дефіцитною за опадами. У березні зафіксовано нижчі за норму температури й 33 мм опадів проти 44 мм у нормі; у квітні середньомісячна температура перевищувала норму на 2,9 °С за 26 мм опадів проти 35 мм; у травні випало 38 мм проти 52 мм. Отже, стартові запаси продуктивної вологи у кореневмісному шарі на момент сівби були зниженими, що підвищило значущість агрозаходів, здатних економити вологу та стабілізувати ранній розвиток посівів.

Найкритичнішим для соняшнику був літній період. У червні середня температура перевищила норму на 2,2 °С за 27 мм опадів проти 47 мм, а в липні – найтеплішому місяці – випало лише 18 мм проти 43 мм. Сукупно за червень–липень випало 45 мм опадів проти 90 мм у нормі, тобто вдвічі менше, що спричинило стійкий гідротермічний стрес у фази інтенсивного росту,

бутонізації, цвітіння та початку наливу насіння. Серпневі 19 мм були близькими до норми, однак не компенсували попередній дефіцит.

Таблиця 1

Показники температури та опадів за даними метеостанції, 2025 рік

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

Восени тепла погода поєднувалась із браком вологи: у вересні – 7 мм проти 15 мм у нормі, у жовтні – 19 мм проти 26 мм, у листопаді – 24 мм проти 32 мм, що обмежило відновлення вологозаряду орного профілю.

За таких умов орієнтовний гідротермічний коефіцієнт у відрізку травень–серпень був нижчим за 0,5, що відповідає сильній посусі з очікуваним скороченням тривалості наливу, зменшенням площі асиміляційної поверхні та підвищенням ризику щуплості насіння. З огляду на тему дослідження – вплив строків сівби та гербіцидів на врожайність соняшника в умовах Дніпропетровської дослідної станції – наведений погодні фон задає важливі інтерпретаційні акценти.

2.5. Характеристика гібриду соняшнику та мінеральних добрив

У польовому досліді вирощували гібрид соняшнику НК Суміко (Sumiko HTS). Гібрид належить до середньоранньої групи стиглості, характеризується лінолевим типом насіння та високим потенціалом олійності (орієнтовно 53–55%). Важливою технологічною ознакою гібриду є гербіцидна толерантність до сульфонілсечовин у системі “Експрес™” (трибенурон-метил), що розширює можливості післясходового контролю дводольних бур’янів за умови суворого дотримання етикетки препаратів і фазових обмежень.

За даними описів виробника/дистриб’юторів, гібрид відзначається доброю адаптивністю до умов Степу, формує вирівняні посіви, має стійкість/толерантність до комплексу поширених хвороб та стійкість до вовчка (*Orobancha cumanana*) рас А–Е.

Рекомендована густина стояння для виробничих посівів у степових умовах зазвичай диференціюється за вологозабезпеченням (нижча – у посушливі роки; вища – за кращих запасів вологи), що враховували під час формування технологічних рішень у досліді.

У досліді як джерело основних елементів живлення (N, P, K) застосовували нітроамофоску – комплексне азотно-фосфорно-калійне гранульоване добриво. Згідно з технічними вимогами стандарту, нітроамофоску випускають двох марок (А і Б) залежно від співвідношення поживних речовин; добриво містить загальний азот, загальні фосфати, у т.ч. водорозчинні, та калій (у перерахунку на K_2O).

Фізико-хімічні та технологічні особливості: гранульована форма забезпечує зручність внесення та відносно рівномірний розподіл у шарі ґрунту; наявність водорозчинної частки фосфатів підвищує доступність фосфору на ранніх етапах росту культури (за достатньої вологи у зоні загортання).

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Польова схожість насіння соняшнику залежно від досліджуваних факторів

Польова схожість є базовим показником якості формування посіву соняшнику, адже саме на етапі появи сходів закладаються початкова густота та рівномірність розміщення рослин, від яких у подальшому залежить інтенсивність внутрішньовидової конкуренції за вологу й елементи живлення, стійкість агроценозу до стресів та кінцевий потенціал урожайності; для умов Північного Степу це питання набуває особливої ваги, оскільки навесні посівний шар ґрунту часто характеризується нестійким зволоженням, швидким підсиханням і різкими коливаннями температури, що посилює роль агрофону, сформованого попередником, і стартового мінерального живлення у забезпеченні дружних сходів, тому оцінка польової схожості у взаємозв'язку з попередником і нормами добрив є необхідною для науково обґрунтованого вибору технологічних рішень у виробництві соняшнику [28; 40].

Згідно з даними табл. 2 у 2025 р. польова схожість коливалася в межах 82,6–91,0%, тобто розмах варіювання становив 8,4 відсоткового пункта, що свідчить про відчутну чутливість показника до поєднання факторів А і В та про те, що початковий етап онтогенезу соняшнику істотно реагує як на передумови, створені попередником, так і на рівень мінерального забезпечення. Найвищі значення польової схожості отримано після пшениці озимої: на контролі показник становив 88,4%, що можна розглядати як високий рівень реалізації посівних якостей насіння за сприятливого агрофону; внесення $N_{15}P_{15}K_{15}$ підвищувало схожість до 90,1%, тобто приріст відносно контролю дорівнював 1,7 відсоткового пункта (1,92% у відносному вираженні), а за $N_{30}P_{30}K_{30}$ показник досягав 91,0% із приростом 2,6 відсоткового пункта (2,94%), що демонструє послідовне поліпшення умов проростання та початкового росту зі зростанням рівня живлення; середнє

значення по фактору В після пшениці озимої становило 89,8%, тобто саме цей попередник забезпечив найкращий загальний результат серед досліджуваних варіантів.

Таблиця 2

Польова схожість насіння соняшнику залежно від попередника та рівня мінерального живлення, 2025 р., %

Попередник (фактор А)	Добрива (фактор В)			Середнє за В
	контроль	N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	
Пшениця озима	88,4	90,1	91,0	89,8
Соняшник	82,6	84,5	85,9	84,3
Ячмінь ярий	87,5	89,1	90,0	88,9
Середнє за А	86,2	87,9	89,0	87,7

Після гороху польова схожість також була високою і лише незначно поступалася варіанту після пшениці озимої, що узгоджується з агрономічною роллю зернобобових як попередників, здатних поліпшувати фітосанітарний стан, структуру ґрунту та азотний режим: на контролі вона становила 87,5%, за внесення N₁₅P₁₅K₁₅ зростала до 89,1% (приріст 1,6 відсоткового пункта, або 1,83%), а за N₃₀P₃₀K₃₀ до 90,0% (приріст 2,5 відсоткового пункта, або 2,86%); середнє значення за фактором В після гороху дорівнювало 88,9%, тобто різниця між двома найкращими попередниками (пшениця озима і горох) у середньому становила 0,9 відсоткового пункта, що вказує на близьку ефективність їхнього агрофону щодо забезпечення появи сходів.

Найменшу польову схожість зафіксовано після соняшнику, тобто за повторного розміщення культури, коли накопичуються специфічні ризики виснаження продуктивної вологи, погіршення фізичного стану ґрунту, підвищення засміченості та фітосанітарного навантаження, а також можливий алелопатичний ефект рослинних решток: на варіанті без добрив показник становив 82,6%, що було на 5,8 відсоткового пункта менше порівняно з контролем після пшениці озимої (88,4%) і на 4,9 відсоткового пункта менше

порівняно з контролем після гороху (87,5%), тобто навіть без урахування удобрення саме попередник визначав суттєву різницю в стартовому формуванні посіву. Внесення добрив після соняшнику також підвищувало польову схожість, причому ефект був відносно більш вираженим, ніж після кращих попередників: за $N_{15}P_{15}K_{15}$ показник зростав до 84,5% (приріст 1,9 відсоткового пункта, або 2,30%), а за $N_{30}P_{30}K_{30}$ – до 85,9% (приріст 3,3 відсоткового пункта, або 4,00%), що може свідчити про часткову компенсацію несприятливого агрофону шляхом поліпшення стартового забезпечення елементами живлення та активізації ростових процесів у проростків; водночас навіть на підвищеному фоні $N_{30}P_{30}K_{30}$ схожість після соняшнику (85,9%) залишалася нижчою за контрольні значення після пшениці озимої (88,4%) і гороху (87,5%), тобто різниця між найгіршим попередником на максимальному удобренні та найкращими попередниками навіть без добрив становила 2,5–1,6 відсоткового пункта, що підкреслює визначальну роль попередника у формуванні умов появи сходів і обмежені можливості добрив повністю нівелювати негатив повторного розміщення.

Порівняння попередників у межах кожного рівня живлення показує, що домінування пшениці озимої зберігалось на всіх фонах: на контролі пшениця озима перевищувала горох на 0,9 і соняшник на 5,8 відсоткового пункта; за $N_{15}P_{15}K_{15}$ перевага над горохом становила 1,0, а над соняшником – 5,6 відсоткового пункта; за $N_{30}P_{30}K_{30}$ різниця між пшеницею озимою і горохом також дорівнювала 1,0, а між пшеницею озимою і соняшником зменшувалася до 5,1 відсоткового пункта, тобто підвищення удобрення дещо “стискало” розрив між попередниками, але не змінювало загальної закономірності: кращі попередники стабільно забезпечували вищу польову схожість. Якщо аналізувати середні значення по фактору А, то після пшениці озимої польова схожість у середньому становила 89,8%, після гороху – 88,9%, після – 84,3%, а різниця між найкращим і найгіршим попередниками дорівнювала 5,5 відсоткового пункта, що є суттєвим з погляду формування початкової густоти та рівномірності посіву.

У середньому по всіх попередниках вплив фактору В проявлявся так: на контролі польова схожість становила 86,2%, за внесення $N_{15}P_{15}K_{15}$ підвищувалася до 87,9% (приріст 1,7 відсоткового пункта, або 2,01%), а за $N_{30}P_{30}K_{30}$ – до 89,0% (приріст 2,8 відсоткового пункта, або 3,25%), тобто загальна тенденція однозначно позитивна і підтверджує доцільність мінерального живлення як чинника, що покращує стартові умови розвитку рослин; при цьому характерно, що найбільший абсолютний і відносний ефект удобрення спостерігався на слабшому агрофоні після соняшнику, тоді як після пшениці озимої та гороху, де вихідний рівень схожості був вищим, додатковий приріст від добрив мав більш помірний характер, що логічно відображає принцип спадної віддачі на тлі кращих ґрунтово-агротехнічних передумов.

Таким чином, результати 2025 р. свідчать, що найбільш сприятливі умови для формування дружніх сходів соняшнику забезпечували попередники пшениця озима та горох, тоді як повторне розміщення соняшнику призводило до помітного зниження польової схожості; застосування мінеральних добрив у дозах $N_{15}P_{15}K_{15}$ і $N_{30}P_{30}K_{30}$ підвищувало польову схожість за всіх попередників, а максимальне значення показника зафіксовано у варіанті після пшениці озимої за внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$ (91,0%), що дозволяє зробити висновок про переважний вплив фактора попередника при одночасній агрономічній доцільності оптимізації мінерального живлення для стабілізації сходів, особливо на гірших агрофонах.

3.2. Висота рослин соняшнику залежно від попередника та рівня мінерального живлення

Висота рослин соняшнику є важливим морфологічним індикатором, що інтегрально відображає умови росту і розвитку культури протягом вегетації, оскільки формується під сумарним впливом волого- та поживного режимів ґрунту, температурного фону, фітосанітарного стану посіву та конкурентних взаємовідносин у агроценозі; у практиці рослинництва цей показник має не лише діагностичне, а й прикладне значення, адже через висоту опосередковано

характеризується інтенсивність наростання біомаси, ступінь розвитку провідної і кореневої систем, потенціал формування площі асиміляційної поверхні та здатність рослин ефективно використовувати ресурси середовища, а також визначаються технологічні аспекти збирання, стійкість рослин до вилягання і ламкості та конкурентоспроможність щодо бур'янів; для умов Північного Степу актуальність вивчення висоти посилюється тим, що саме тут нестійке зволоження і часті періоди повітряно-грунтової посухи можуть різко обмежувати лінійний ріст соняшнику, а попередник і рівень мінерального живлення виступають провідними керованими чинниками, здатними або покращувати стартові й середньосезонні умови росту, або, навпаки, погіршувати їх у разі повторного розміщення культури [28; 40].

Згідно з даними табл. 3 у 2025 р. висота рослин у фазі цвітіння змінювалася від 148 до 176 см, тобто розмах варіювання становив 28 см, що свідчить про суттєву реакцію показника як на агрофон, сформований попередником, так і на рівень мінерального живлення. Найвищі значення висоти отримано після пшениці озимої: на контролі рослини досягали 162 см, що відображає відносно сприятливий водно-поживний режим і добрі передумови для росту на цьому попереднику; внесення $N_{15}P_{15}K_{15}$ підвищувало висоту до 170 см, тобто приріст від удобрення становив 8 см, а за застосування $N_{30}P_{30}K_{30}$ висота зростала до 176 см, і сумарний приріст відносно контролю дорівнював 14 см, що підтверджує позитивну роль додаткового забезпечення азотом, фосфором і калієм у підтриманні темпів лінійного росту в період інтенсивного наростання вегетативної маси; середнє значення по фоні удобрення після пшениці озимої становило 169,3 см, тобто саме цей попередник забезпечив максимальний середній показник серед усіх варіантів досліду.

Після гороху висота рослин також була високою і лише помірно поступалася варіанту після пшениці озимої: на контролі вона становила 158 см, за внесення $N_{15}P_{15}K_{15}$ підвищувалася до 166 см (приріст 8 см), а за $N_{30}P_{30}K_{30}$ – до 172 см (приріст 14 см); середня висота після гороху дорівнювала 165,3 см,

і різниця між двома кращими попередниками за середніми значеннями становила 4,0 см на користь пшениці озимої, що вказує на близькі за ефективністю, але не тотожні умови росту, сформовані цими культурами-попередниками.

Таблиця 3

Висота рослин соняшнику у фазі цвітіння залежно від попередника та рівня мінерального живлення, 2025 р., см

Попередник (фактор А)	Добрива (фактор В)			Середнє за В
	контроль	N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	
Пшениця озима	162	170	176	169,3
Соняшник	148	156	162	155,3
Горох	158	166	172	165,3
Середнє за А	156	164	170	163,3
НІР ₀₅ , см				
за фактором А	2	3	3	
за фактором В	3	3	4	
взаємодія АВ	4	5	5	

Найменшу висоту в досліді зафіксовано за повторного розміщення соняшнику, що логічно пояснюється погіршенням агрофону внаслідок вищого виносу елементів живлення, можливого дефіциту продуктивної вологи, підвищення фітосанітарного та алелопатичного навантаження й загального «втомлення» ґрунту: на контролі висота становила 148 см, що на 14 см менше порівняно з контролем після пшениці озимої (162 см) і на 10 см менше порівняно з контролем після гороху (158 см), отже вплив попередника без внесення добрив проявився дуже чітко.

За внесення N₁₅P₁₅K₁₅ після соняшнику висота підвищувалася до 156 см, а за N₃₀P₃₀K₃₀ – до 162 см, тобто удобрення забезпечувало приріст відповідно 8 і 14 см та частково компенсувало негативний вплив повторного розміщення, однак навіть на максимальному фоні живлення висота після соняшнику (162 см) залишалася нижчою за висоту після пшениці озимої за того ж рівня удобрення (176 см) на 14 см і нижчою за показник після гороху (172 см) на 10 см, що підкреслює визначальну роль попередника у формуванні умов росту.

Порівняння попередників у межах кожного рівня мінерального живлення підтверджує стабільність виявленої закономірності: на контролі різниця між пшеницею озимою і соняшником становила 14 см, між горохом і соняшником – 10 см, а між пшеницею озимою і горохом – 4 см; за внесення $N_{15}P_{15}K_{15}$ відповідні різниці дорівнювали 14, 10 і 4 см; за $N_{30}P_{30}K_{30}$ – також 14, 10 і 4 см, тобто підвищення рівня живлення підвищувало абсолютні значення висоти, але не змінювало ранжування попередників і не усувало розривів між ними.

Якщо аналізувати середні значення за фактором А, то після пшениці озимої висота в середньому становила 169,3 см, після гороху – 165,3 см, після соняшнику – 155,3 см, а різниця між найкращим і найгіршим попередниками досягала 14,0 см, що є істотним з огляду на формування біомаси та потенціалу продуктивності. У середньому по всіх попередниках вплив фактору В був виражений однозначно позитивно: на контролі висота дорівнювала 156 см, за внесення $N_{15}P_{15}K_{15}$ зростала до 164 см (приріст 8 см), а за $N_{30}P_{30}K_{30}$ – до 170 см (приріст 14 см), тобто збільшення норм мінерального живлення сприяло посиленню лінійного росту, що узгоджується з фізіологічною роллю азоту у формуванні вегетативної маси, фосфору у забезпеченні енергетичних процесів і розвитку кореневої системи та калію у регуляції водного режиму і ферментативної активності; важливо, що за даними ефект удобрення був послідовним на всіх попередниках і, хоча підвищене живлення пом'якшувало прояви слабшого агрофону після соняшнику, повністю нівелювати відставання цього попередника не змогло, тому технологічно доцільно розглядати вибір попередника як базовий елемент, а систему удобрення – як інструмент оптимізації ростових процесів у межах заданого агрофону.

Узагальнюючи результати, можна зробити висновок, що у 2025 р. максимальна висота рослин соняшнику формувалася після пшениці озимої, де поєднання сприятливих умов ґрунтового середовища з підвищеним мінеральним живленням ($N_{30}P_{30}K_{30}$) забезпечувало найвищі значення показника, тоді як повторне розміщення соняшнику суттєво обмежувало

лінійний ріст навіть за внесення добрив; застосування $N_{15}P_{15}K_{15}$ і $N_{30}P_{30}K_{30}$ підвищувало висоту рослин на всіх попередниках, а найбільш раціональним з погляду досягнення високих ростових параметрів був варіант із удобренням $N_{30}P_{30}K_{30}$ після кращих попередників.

3.3. Площа листкової поверхні соняшнику залежно від попередника та норм мінеральних добрив

Площа листкової поверхні соняшнику є одним із ключових морфофізіологічних показників, що безпосередньо характеризує фотосинтетичний потенціал посіву, оскільки саме через величину асиміляційної поверхні визначається можливість рослин перехоплювати сонячну радіацію, синтезувати органічну речовину та забезпечувати енергетичні й пластичні потреби генеративних органів у період формування кошика і наливу насіння; у практичному землеробстві цей показник виступає інтегральним відображенням умов росту, адже залежить від темпів утворення та розгортання листків, їхньої товщини, тургорного стану й тривалості функціонування, а для Північного Степу актуальність його вивчення посилюється тим, що нестійке зволоження і часті посушливі періоди здатні різко обмежувати ріст листків і прискорювати їхнє старіння, знижуючи ефективність фотосинтезу; у таких умовах попередник формує вихідний агрофон (водний, поживний, структурний і фітосанітарний), тоді як мінеральні добрива виступають керованим чинником, який може посилювати або стабілізувати розвиток листкового апарату, тому аналіз площі листкової поверхні у взаємозв'язку з попередником і нормами добрив є необхідним для обґрунтування технології вирощування соняшнику [28; 40].

За даними табл. 4 у 2025 р. площа листкової поверхні у фазі цвітіння змінювалася в межах 27,6–38,4 тис. $m^2/га$, тобто розмах варіювання становив 10,8 тис. $m^2/га$, що свідчить про суттєву чутливість показника до поєднання факторів А і В. Найвищі значення отримано після пшениці озимої: на контролі площа становила 32,8 тис. $m^2/га$, за внесення $N_{15}P_{15}K_{15}$ підвищувалася до 36,1

тис. м²/га, тобто приріст відносно контролю дорівнював 3,3 тис. м²/га, а за N₃₀P₃₀K₃₀ досягала 38,4 тис. м²/га, і сумарний приріст становив 5,6 тис. м²/га; середнє значення по фактору В після пшениці озимої дорівнювало 35,8 тис. м²/га, що є найкращим результатом у досліді й відображає формування потужного та добре функціонуючого листкового апарату.

Після гороху площа листкової поверхні була також високою, хоча дещо нижчою порівняно з варіантом після пшениці: на контролі вона становила 31,5 тис. м²/га, за N₁₅P₁₅K₁₅ зростала до 34,7 тис. м²/га (приріст 3,2 тис. м²/га), за N₃₀P₃₀K₃₀ – до 37,1 тис. м²/га (приріст 5,6 тис. м²/га), а середнє значення за фактором В після гороху становило 34,4 тис. м²/га; різниця між двома кращими попередниками за середніми величинами дорівнювала 1,4 тис. м²/га на користь пшениці озимої, що свідчить про близькі за якістю умови росту, сформовані цими попередниками, і здатність обох забезпечувати інтенсивне наростання асиміляційної поверхні.

Найменшу площу листкової поверхні зафіксовано після соняшнику: на контролі показник становив 27,6 тис. м²/га, що на 5,2 тис. м²/га менше порівняно з контролем після пшениці озимої та на 3,9 тис. м²/га менше, ніж після гороху, тобто повторне розміщення культури суттєво погіршувало умови для росту листків і функціонування рослинного організму загалом. Внесення добрив після соняшнику було ефективним і забезпечувало послідовне зростання показника: за N₁₅P₁₅K₁₅ площа підвищувалася до 30,4 тис. м²/га (приріст 2,8 тис. м²/га), а за N₃₀P₃₀K₃₀ – до 33,0 тис. м²/га (приріст 5,4 тис. м²/га), що свідчить про часткову компенсацію слабшого агрофону через покращення мінерального забезпечення; однак навіть за підвищеного рівня живлення площа листкової поверхні після соняшнику залишалася нижчою за показники після кращих попередників на відповідних фонах, що підкреслює визначальну роль попередника.

Порівняння варіантів у межах кожного рівня живлення підтверджує стабільність ранжування попередників: на контролі різниця між пшеницею озимою і соняшником становила 5,2 тис. м²/га, між горохом і соняшником –

3,9 тис. м²/га, а між пшеницею озимою і горохом – 1,3 тис. м²/га; за N₁₅P₁₅K₁₅ відповідні різниці дорівнювали 5,7; 4,3 та 1,4 тис. м²/га, за N₃₀P₃₀K₃₀ – 5,4; 4,1 та 1,3 тис. м²/га, тобто підвищення норм добрив збільшувало абсолютні величини показника, але не усувало розривів між попередниками.

Таблиця 4

Площа листкової поверхні соняшнику у фазі цвітіння залежно від попередника та рівня мінерального живлення, 2025 р., тис. м²/га

Попередник (фактор А)	Добрива (фактор В)			Середнє за В
	Контроль	N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	
Пшениця озима	32,8	36,1	38,4	35,8
Соняшник	27,6	30,4	33,0	30,3
Горох	31,5	34,7	37,1	34,4
Середнє за А	30,6	33,7	36,2	33,5
НІР ₀₅ , тис. м ² /га за фактором А	1,8	1,9	1,9	
за фактором В	2,1	2,3	2,4	
взаємодія АВ	2,1	2,4	2,5	

Якщо аналізувати середні значення за фактором А, то після пшениці озимої площа листкової поверхні в середньому становила 35,8 тис. м²/га, після гороху – 34,4 тис. м²/га, після соняшнику – 30,3 тис. м²/га, а різниця між найкращим і найгіршим попередниками досягала 5,5 тис. м²/га, що є суттєвим з погляду формування фотосинтетичної продуктивності посіву. У середньому по всіх попередниках вплив фактору В був однозначно позитивним: на контролі площа листкової поверхні дорівнювала 30,6 тис. м²/га, за N₁₅P₁₅K₁₅ підвищувалася до 33,7 тис. м²/га (приріст 3,1 тис. м²/га), а за N₃₀P₃₀K₃₀ – до 36,2 тис. м²/га (приріст 5,6 тис. м²/га), що вказує на посилення розвитку асиміляційного апарату зі зростанням норм мінерального живлення.

Узагальнюючи результати, слід відзначити, що у 2025 р. найкращі умови для формування максимальної площі листкової поверхні соняшнику забезпечували попередники пшениця озима та горох, тоді як повторне розміщення соняшнику істотно обмежувало розвиток листкового апарату; застосування N₁₅P₁₅K₁₅ і N₃₀P₃₀K₃₀ підвищувало площу листкової поверхні на

всіх попередниках, а максимальні значення показника сформувалися у варіанті після пшениці озимої за $N_{30}P_{30}K_{30}$.

3.4 Урожайність соняшнику та формування її елементів залежно від попередника і норм мінеральних добрив

Урожайність соняшнику є інтегральним підсумковим показником дії всіх агротехнічних і природних чинників упродовж вегетації, а її формування відбувається через систему взаємопов'язаних елементів продуктивності, насамперед через розвиток кошика (його діаметр), закладання та виповнення насінин у кошику, а також через масу 1000 насінин, яка відображає умови наливу та забезпеченість пластичними речовинами; саме тому науковий аналіз урожайності без одночасної оцінки структурних елементів є недостатнім, оскільки однаковий рівень урожаю може досягатися різними шляхами, тоді як у практиці виробництва важливо розуміти, який саме механізм забезпечує перевагу того чи іншого технологічного прийому.

Для умов Північного Степу актуальність вивчення впливу попередника і норм мінеральних добрив на урожайність соняшнику особливо висока, оскільки в цій зоні саме водний режим ґрунту і стартово-сезонна забезпеченість поживними елементами лімітують реалізацію потенціалу культури, а попередник формує вихідний агрофон (структурний стан, запаси продуктивної вологи, фітосанітарне навантаження, рівень доступних елементів живлення), тоді як система удобрення дозволяє цілеспрямовано коригувати мінеральне забезпечення посіву у критичні періоди росту і розвитку [28; 40].

За даними табл. 5 у 2025 р. урожайність змінювалася в межах 2,20–3,25 т/га, тобто різниця між мінімальним і максимальним значеннями становила 1,05 т/га, що свідчить про суттєву реакцію продуктивності на поєднання факторів А і В та про значні можливості керування врожайністю через оптимізацію сівозміни й мінерального живлення. Найвищі показники сформувалися після пшениці озимої, де на контролі урожайність становила

2,85 т/га, за внесення $N_{15}P_{15}K_{15}$ підвищувалася до 3,10 т/га, а за $N_{30}P_{30}K_{30}$ досягала 3,25 т/га, тобто прирости відносно контролю становили відповідно 0,25 і 0,40 т/га; паралельно зростали й елементи структури врожаю: діаметр кошика збільшувався з 18,6 до 19,8–20,6 см, кількість виповнених насінин у кошику – з 1050 до 1120–1180 шт., а маса 1000 насінин – з 56,0 до 58,5–60,2 г, що вказує на одночасне посилення як потенціалу закладання насіння, так і умов його наливу.

Таблиця 5

Урожайність соняшнику та елементи її формування залежно від попередника та рівня мінерального живлення, 2025 р.

Попередник (фактор А)	Норми добрив (фактор В)	Діаметр кошика, см	Кількість насінин у кошику, шт.	Маса 1000 насінин, г	Урожайність, т/га
Пшениця озима	Контроль	18,6	1050	56,0	2,85
	$N_{15}P_{15}K_{15}$	19,8	1120	58,5	3,10
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	20,6	1180	60,2	3,25
Соняшник	Контроль	16,9	910	53,0	2,20
	$N_{15}P_{15}K_{15}$	18,0	980	55,0	2,45
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	18,8	1030	56,5	2,65
Горох	Контроль	18,0	1000	55,0	2,70
	$N_{15}P_{15}K_{15}$	19,1	1070	57,2	2,95
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	19,9	1130	58,8	3,10
НІР ₀₅ , тис. м ² /га за фактором А		0,5	21	1,2	0,08
за фактором В		0,8	23	1,9	0,10
взаємодія АВ		0,9	28	2,0	0,12

Після гороху урожайність також була високою і в середньому лише помірно поступалася варіанту після пшениці озимої: на контролі вона становила 2,70 т/га, за $N_{15}P_{15}K_{15}$ зростала до 2,95 т/га, за $N_{30}P_{30}K_{30}$ – до 3,10 т/га, тобто прирости від удобрення становили 0,25–0,40 т/га; відповідно змінювалися структурні показники – діаметр кошика підвищувався з 18,0 до 19,1–19,9 см, кількість виповнених насінин у кошику зростала з 1000 до 1070–1130 шт., маса 1000 насінин – з 55,0 до 57,2–58,8 г, що підтверджує здатність попередника горох створювати сприятливі умови для формування генеративних органів та ефективного використання мінерального живлення.

Найменшу урожайність у досліді зафіксовано за повторного розміщення соняшнику: на контролі вона становила 2,20 т/га, що було на 0,65 т/га менше порівняно з контролем після пшениці озимої та на 0,50 т/га менше порівняно з контролем після гороху, тобто сам по собі попередник визначав істотну частину різниці у продуктивності; за внесення $N_{15}P_{15}K_{15}$ урожайність підвищувалася до 2,45 т/га, за $N_{30}P_{30}K_{30}$ – до 2,65 т/га, і сумарний приріст відносно контролю становив 0,25–0,45 т/га, що свідчить про позитивний компенсуючий вплив добрив на слабшому агрофоні.

Водночас навіть за $N_{30}P_{30}K_{30}$ урожайність після соняшнику (2,65 т/га) залишалася нижчою за контрольні значення після пшениці озимої (2,85 т/га) і майже на рівні контролю після гороху (2,70 т/га), що підкреслює обмежені можливості удобрення повністю нівелювати негатив повторного розміщення культури.

Аналіз елементів структури врожаю підтверджує цю закономірність: після соняшнику діаметр кошика на контролі становив 16,9 см, кількість виповнених насінин – 910 шт., маса 1000 насінин – 53,0 г, а за підвищення живлення показники зростали до 18,0–18,8 см, 980–1030 шт. і 55,0–56,5 г відповідно, тобто добрива поліпшували як умови закладання й виповнення насіння, так і умови наливу, однак абсолютні значення залишалися нижчими, ніж після кращих попередників, що свідчить про комплексний характер обмежень на несприятливому агрофоні.

Якщо порівняти середні значення за фактором А, то після пшениці озимої урожайність у середньому становила 3,07 т/га, після гороху – 2,92 т/га, після соняшнику – 2,43 т/га, а різниця між найкращим і найгіршим попередниками досягала 0,64 т/га; аналогічно за середніми значеннями структурних показників перевага кращих попередників проявлялася у більшому діаметрі кошика (19,7 см після пшениці проти 17,9 см після соняшнику), більшій кількості виповнених насінин (1117 проти 973 шт.) та більшій масі 1000 насінин (58,2 проти 54,8 г), що пояснює механізм формування вищого врожаю.

У середньому по всіх попередниках вплив фактору В був однозначно позитивним: на контролі урожайність становила 2,58 т/га, за $N_{15}P_{15}K_{15}$ підвищувалася до 2,83 т/га, а за $N_{30}P_{30}K_{30}$ – до 3,00 т/га, тобто прирости відносно контролю становили 0,25–0,42 т/га; при цьому паралельно зростали й елементи структури, що вказує на покращення забезпечення рослин ресурсами як у фазі закладання генеративних органів, так і в період наливу насіння.

Узагальнюючи результати, слід відзначити, що у 2025 р. найвищу урожайність соняшнику та найкращі параметри її структури забезпечував попередник пшениця озима, близькі за ефективністю результати отримано після гороху, тоді як повторне розміщення соняшнику призводило до істотного зниження продуктивності через гірші значення всіх основних елементів формування врожаю; застосування мінеральних добрив у дозах $N_{15}P_{15}K_{15}$ і $N_{30}P_{30}K_{30}$ підвищувало урожайність на всіх попередниках, а максимальні значення формувалися у варіанті після пшениці озимої за $N_{30}P_{30}K_{30}$.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ

Економічна ефективність вирощування соняшнику є завершальним і найбільш прикладним критерієм оцінки досліджуваних агротехнічних заходів, оскільки саме через систему вартісних показників встановлюється, наскільки приріст урожайності від зміни попередника чи підвищення рівня мінерального живлення компенсує додаткові витрати та забезпечує зростання прибутковості виробництва; для умов Північного Степу це питання має особливу актуальність, тому що нестійке зволоження та посушливі періоди зумовлюють значне коливання урожайності, а отже і виручки, тоді як витратна частина (обробіток ґрунту, насіння, ЗЗР, паливно-мастильні матеріали, добрива, оплата праці тощо) є відносно менш гнучкою, тому вибір попередника та норми добрив фактично визначають, чи буде технологія не лише продуктивною, а й економічно доцільною; розрахунки табл. 6 виконано за умови ціни реалізації насіння соняшнику 22 000 грн/т, тому валова вартість продукції прямо пропорційна урожайності, собівартість 1 т насіння визначається співвідношенням виробничих витрат і урожайності, умовно чистий прибуток – різницею між валовою вартістю продукції та виробничими витратами, а рівень рентабельності – відношенням прибутку до витрат, помноженим на 100; аналіз даних показує, що ключовим чинником формування найвигідніших економічних результатів був попередник, оскільки саме він задавав стартовий агрофон і визначав рівень урожайності навіть за однакових норм добрив.

Найвищі показники отримано після пшениці озимої: на контролі за урожайності 2,85 т/га валова вартість продукції становила 62 700 грн/га при виробничих витратах 16 624 грн/га, собівартість 1 т насіння – 5 833 грн/т, умовно чистий прибуток – 46 076 грн/га, рентабельність – 277,2%, що відображає високу окупність витрат завдяки поєднанню достатньо високої урожайності та помірної витратної частини; внесення $N_{15}P_{15}K_{15}$ після пшениці

озимої підвищувало урожайність до 3,10 т/га, валову вартість – до 68 200 грн/га, при цьому витрати зростали до 17 338 грн/га, однак собівартість 1 т знижувалася до 5 593 грн/т, прибуток зростав до 50 862 грн/га, а рентабельність – до 293,4%, тобто приріст виручки (на 5 500 грн/га) суттєво перекиривав додаткові витрати (на 714 грн/га) і забезпечував збільшення прибутку на 4 786 грн/га; за N₃₀P₃₀K₃₀ після пшениці озимої досягнуто максимального економічного ефекту в таблиці: урожайність 3,25 т/га, валова вартість 71 500 грн/га, витрати 18 085 грн/га, собівартість 5 565 грн/т, прибуток 53 415 грн/га, рентабельність 295,4%, тобто порівняно з контролем прибуток збільшувався на 7 339 грн/га, а рентабельність – на 18,2 відсоткового пункта; важливо, що приріст від переходу від N₁₅P₁₅K₁₅ до N₃₀P₃₀K₃₀ після пшениці озимої був уже менш різким (прибуток +2 553 грн/га, рентабельність +2,0 п.п.), що типово для ситуації, коли на кращому агрофоні проявляється спадна гранична віддача від подальшого нарощування ресурсів, але економічний результат все одно залишається позитивним.

Таблиця 6

Залежність економічних показників вирощування соняшнику від застосування агротехнічних заходів, %

Попередник (фактор А)	Норми добрив (фактор В)	Врожайність, т/га	Валова вартість продукції, грн/га	Виробничі витрати, грн/га	Собівартість 1 тони зерна	Умовно чистий прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %
Пшениця озима	Контроль	2,85	62700	16624	5833	46076	277,2
	N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	3,10	68200	17338	5593	50862	293,4
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	3,25	71500	18085	5565	53415	295,4
Соняшник	Контроль	2,20	48400	16015	7280	32385	202,2
	N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	2,45	53900	16810	6861	37090	220,6
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	2,65	58300	17695	6677	40605	229,5
Горох	Контроль	2,70	59400	16642	6164	42758	256,9
	N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	2,95	64900	17202	5831	47698	277,3
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	3,10	68200	17825	5750	50375	282,6

Значно нижчі економічні показники сформувалися за повторного розміщення соняшнику: на контролі урожайність становила 2,20 т/га, валова вартість 48 400 грн/га, витрати 16 015 грн/га, собівартість 7 280 грн/т, прибуток 32 385 грн/га, рентабельність 202,2%, тобто порівняно з контролем після пшениці озимої прибуток був меншим на 13 691 грн/га, а собівартість 1 т вищою на 1 447 грн/т, що чітко демонструє економічні втрати від гіршого агрофону; внесення $N_{15}P_{15}K_{15}$ підвищувало урожайність до 2,45 т/га і валову вартість до 53 900 грн/га при витратах 16 810 грн/га, собівартість знижувалася до 6 861 грн/т, прибуток зростав до 37 090 грн/га, рентабельність – до 220,6%, тобто додаткові витрати (795 грн/га) окупалися приростом прибутку (4 705 грн/га), але абсолютний рівень прибутку залишався істотно нижчим, ніж після кращих попередників; за $N_{30}P_{30}K_{30}$ після соняшнику урожайність становила 2,65 т/га, валова вартість 58 300 грн/га, витрати 17 695 грн/га, собівартість 6 677 грн/т, прибуток 40 605 грн/га, рентабельність 229,5%, тобто порівняно з контролем прибуток збільшувався на 8 220 грн/га, а рентабельність – на 27,3 п.п., що свідчить про сильніший “компенсуючий” ефект добрив на слабшому агрофоні, проте навіть за цього рівня живлення прибуток був меншим, ніж у варіантах після пшениці озимої на будь-якому фоні удобрення, що підтверджує домінуючу роль попередника.

Варіанти після гороху зайняли проміжне, але економічно дуже вигідне положення: на контролі при урожайності 2,70 т/га валова вартість становила 59 400 грн/га за витрат 16 642 грн/га, собівартість 6 164 грн/т, прибуток 42 758 грн/га, рентабельність 256,9%, тобто за рівнем прибутку цей варіант поступався контролю після пшениці озимої на 3 318 грн/га, але суттєво перевищував повторне розміщення соняшнику; внесення $N_{15}P_{15}K_{15}$ після гороху підвищувало валову вартість до 64 900 грн/га при витратах 17 202 грн/га, знижувало собівартість до 5 831 грн/т і збільшувало прибуток до 47 698 грн/га при рентабельності 277,3%, тобто прибуток зростав на 4 940 грн/га; за $N_{30}P_{30}K_{30}$ урожайність досягала 3,10 т/га, валова вартість – 68 200 грн/га, витрати – 17 825 грн/га, собівартість – 5 750 грн/т, прибуток – 50 375 грн/га,

рентабельність – 282,6%, що підтверджує стабільну економічну доцільність підвищеного живлення й після бобового попередника, хоча найвищі абсолютні значення прибутку й рентабельності все одно забезпечував варіант після пшениці озимої.

Якщо узагальнити вплив факторів, то в середньому за попередниками найвищий економічний рівень забезпечувала пшениця озима (середній прибуток близько 50,1 тис. грн/га і середня рентабельність близько 288,7%), далі йшов горох (прибуток близько 46,9 тис. грн/га; рентабельність близько 272,3%), а найгірші показники стабільно формувалися за повторного розміщення соняшнику (прибуток близько 36,7 тис. грн/га; рентабельність близько 217,4%), при цьому внесення добрив у середньому покращувало економічні результати: від контролю до $N_{15}P_{15}K_{15}$ зростали і прибуток, і рентабельність, а також знижувалася собівартість 1 т насіння; подальше підвищення до $N_{30}P_{30}K_{30}$ давало додатковий приріст прибутку і ще більше зменшувало собівартість, хоча величина додаткового прибутку порівняно з $N_{15}P_{15}K_{15}$ була меншою, ніж ефект переходу від контролю до першої норми удобрення, що узгоджується з економічною закономірністю спадної граничної ефективності ресурсів; у підсумку за даними табл. 6 найбільш економічно результативним поєднанням у 2025 р. був варіант вирощування соняшнику після пшениці озимої із внесенням $N_{30}P_{30}K_{30}$, який забезпечив мінімальну собівартість (5 565 грн/т), максимальний умовно чистий прибуток (53 415 грн/га) і найвищий рівень рентабельності (295,4%), тоді як повторне розміщення соняшнику, навіть за внесення добрив, істотно поступалося за всіма ключовими економічними критеріями, що дозволяє зробити висновок про пріоритетність правильного добору попередника та доцільність удобрення як інструменту підвищення окупності технології; наведені значення є умовними та мають бути уточнені за фактичними даними обліку витрат господарства і реальними цінами реалізації на момент продажу продукції.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Дослідження стану охорони праці в господарстві

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

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

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

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

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

5.2. Аналіз виробничого травматизму в господарстві

Кадрова чисельність у 2024–2025 рр. була сталою – 12 працівників. За даними внутрішньої звітності зафіксовано один нещасний випадок у 2024 році з втратою працездатності; у 2025 році випадків не було (табл. 7). На підставі первинних документів підприємства розраховано узагальнені показники за 2024 р.: коефіцієнт частоти становив 83,3 (випадків на 1000 працюючих), коефіцієнт тяжкості – 19 людино-днів на один випадок, коефіцієнт втрати робочого часу – 352 (людино-днів/1000 працюючих). Така картина характерна для одиничної події при невеликій чисельності штату: навіть один випадок суттєво «навантажує» частотний показник.

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

Коефіцієнт частоти травматизму:

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

де T – кількість нещасних випадків;

P – кількість працівників;

1000 – перерахування на 1000 працівників.

Коефіцієнт важкості травматизму:

$$K_{\text{вт}} = \frac{D}{T} = \frac{12}{1} = 12$$

де D – кількість непрацездатних днів.

Коефіцієнт втрати робочого часу:

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

Таблиця 7

Аналіз нещасних випадків та виробничого травматизму в господарстві

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

5.3. Вимоги безпеки під використання гербіцидів, фунгіцидів та пестицидів

Засоби захисту рослин застосовують виключно за етикеткою та чинними нормами, після попереднього інструктажу й медогляду персоналу. Перед роботою вивчають паспорт безпеки (SDS), знаки небезпеки GHS, клас токсичності й екотоксичності, визначають буферні зони, термін заборони входу на поле (REI) та строк очікування до збирання (ПХІ). План робіт включає перелік ділянок і культур, шкідливий організм і поріг шкодочинності, погодні «вікна», препарати з нормами, тип форсунок, норму виливу, швидкість руху агрегату, маршрути підвозу води, а також аварійний комплект з сорбентом, мийним розчином, ємністю для збору розливів і аптечкою. Обприскувач перед виїздом оглядають і калібрують чистою водою; усі відхилення від регламентів заборонені.

Індивідуальний захист є обов'язковим і безальтернативним: фільтрувальний респіратор класу не нижче FFP2/A1P2 для аерозолів і парів,

захисні окуляри або щиток, хімістійкий комбінезон чи фартух, нітрилові рукавиці не тонші 0,4 мм, герметичні чоботи. Волосся та шкіра мають бути закриті, прикраси зняті. ЗІЗ одягають до входу в зону робіт і знімають лише у відведеному місці після санітарної обробки рук. Під час виконання робіт заборонено їсти, пити та палити; після зміни обов'язкове миття рук і обличчя з милом, бажано душ, спецодяг перуть окремо.

Зберігання і транспортування організовують у вентильованому складі з непроникною підлогою та піддоном-лотком, із журналом обліку, термометром і гігрометром. Тара має бути маркована й герметична, відокремлена від продуктів, кормів, насіння, добрив і пального. Перевезення здійснюють у закритому кузові з фіксацією тари, у супроводі документів та SDS; людей у відсіку з препаратами не перевозять. На полі й біля складу дотримуються водоохоронного режиму – ніяких операцій з ЗЗР біля колодязів, стоків, канав, водойм.

Робочі розчини готують на твердому майданчику з бортиком і збором стоків у герметичну ємність, за чистої води з корекцією жорсткості та рН за потреби. Послідовність змішування незмінна: вода до $\frac{2}{3}$ бака → кондиціонер води або ПАВ → WDG/DF → SC/SE/EC → масляні ад'юванти → доведення водою до норми. Перед змішуванням виконують «баночний тест» на сумісність. Заборонено переливати ротом, змішувати несумісні препарати, відхилятися від рекомендованої послідовності та працювати з невідомими залишками. Будь-який стійкий осад або піноутворення – сигнал зупинити роботу й утилізувати партію як небезпечні відходи.

Вихід у поле дозволений лише за придатних метеоумов: сталий вітер $\leq 3-4$ м/с без шквалів і температурної інверсії, відсутність туману й опадів, температура орієнтовно 12–25 °С, відносна вологість ≥ 55 %. Вибір форсунок зі зниженим дрейфом, нижчий робочий тиск, більший розмір краплі, висота штанги 40–50 см над ціллю та помірна швидкість агрегату суттєво зменшують знесення. Обприскування проводять у ранкові або вечірні години, з урахуванням «дошестійкості» препарату. Поле маркують табличками із

назвою препарату, датою та часом обробки, REI і ПХІ; до завершення REI вхід заборонений, а у випадку невідкладних робіт – дозволений лише у додаткових ЗІЗ.

Охорона довкілля передбачає встановлення буферних смуг біля водойм, зрошувальних каналів, пасік, житлової забудови та місць відпочинку згідно з етикеткою і місцевими правилами. Обприскування під час льоту бджіл не допускається, медоносні бур'яни на кромках попередньо скошують, пасічників повідомляють завчасно. Заборонено промивати бак, інвентар і тару на полі, у канавах і водоймах; промивні стоки збирають і утилізують у спеціально відведеній зоні.

Очищення техніки виконують трьома промиваннями: злив робочого розчину, промивка чистою водою 10–15 % об'єму з прокачуванням системи, мийний розчин за інструкцією, повторна промивка чистою водою. Форсунки й фільтри демонтують і промивають у рукавицях, уникаючи розбрикування. Порожню тару потрійно ополіскують, промивні води додають у бак і вносять по полю; знешкоджену тару та прострочені препарати передають ліцензованому оператору відходів. Самовільне спалювання або захоронення заборонені.

Аварійні ситуації потребують негайної локалізації: зону відмежовують, надягають ЗІЗ, розлив засипають сорбентом, забруднений шар ґрунту 3–5 см знімають і герметично пакують для утилізації. На шкірі препарат змивають водою з милом 10–15 хв, з очей промивають чистою водою не менше 15 хв і знімають лінзи; при інгаляції постраждалого виводять на свіже повітря, при ковтанні блювання не викликають, дають воду та негайно звертаються по медичну допомогу, передаючи лікарю етикетку або SDS. Кожен інцидент фіксують у журналі надзвичайних ситуацій.

Внутрішній контроль включає ведення журналів обліку ЗЗР, інструктажів, видачі ЗІЗ, калібрування обприскувачів, обліку обробок, утилізації тари й відходів, а також щосезонний аудит складу, техніки й документації з оформленням коригувальних дій і строків. Підрядники

допускаються лише за наявності підтверджених допусків, ЗІЗ і підписаного акту-допуску; сторонніх осіб до складу й зони робіт не допускають.

З огляду на специфіку Північного Степу головними ризиками є дрейф і високе випаровування за вітряної та жаркої погоди, жорстка й лужна вода та пилові бурі. Це вимагає переваги вечірніх або нічних обробок, використання крупнокраплинного спектра, зниженого тиску, контролю рН і жорсткості води, а також негайного припинення робіт за поривів вітру чи пилових явищ. Абсолютні заборони охоплюють роботу без ЗІЗ, перевищення доз, змішування несумісних препаратів, обприскування за вітру понад ліміт етикетки, під час інверсії чи опадів, злив залишків у ґрунт або каналізацію, спільне зберігання ЗЗР із продуктами, насінням, кормами, паливом і допуск до робіт неатестованих або неповнолітніх осіб. Усі числові параметри, зазначені вище, є мінімальними орієнтирами і не замінюють вимог етикетки конкретного препарату – у разі розбіжностей пріоритет має інструкція виробника та локальні регламенти.

Роботи з пестицидами відносяться до підвищеної небезпеки та виконуються лише навченим і медично придатним персоналом. Допуск включає: попередній і періодичні медогляди; навчання/перевірку знань з ОП і хімічної безпеки; цільовий інструктаж перед початком сезону; ознайомлення з паспортами безпеки речовин (MSDS) та інструкціями виробника. ЗІЗ підбирають за класом небезпеки препарату та видом робіт: герметичний комбінезон (тип 5/6), хімістійкі рукавички (нітрил/неопрен), захисне взуття, окуляри/щиток, фільтруючий респіратор з відповідними картриджами (тип А/Р3 або комбіновані) чи ізолюючі засоби для високотоксичних сполук.

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

Обов'язкова перевірка тари, шлангів і з'єднань на герметичність; за можливості – закриті системи перекачування (closed transfer).

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

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

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

5.4. Заходи з підвищення рівня безпеки праці на підприємстві

Удосконалити Положення про управління ризиками (ідентифікація небезпек, оцінка ризику до/після контролів, реєстр заходів), запровадити щосезонний аудит робочих місць. Встановити закриту систему заправки пестицидів та постійний майданчик для змішування/заправки з утриманням

проливів і набором для ліквідації розливів; укласти договір на ліцензовану утилізацію тари/відходів.

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

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

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

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

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

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

ВИСНОВКИ

Умови Північного Степу України у 2025 р. характеризувалися підвищеним температурним фоном і суттєвим дефіцитом опадів упродовж вегетації, що посилило роль агротехнічних чинників (попередника та рівня мінерального живлення) у стабілізації росту, розвитку і продуктивності соняшнику та зумовило необхідність наукового обґрунтування технологічних рішень для зниження впливу посухи на формування врожаю.

Попередник виявився визначальним фактором формування посіву, оскільки польова схожість соняшнику у 2025 р. була найвищою після пшениці озимої (88,4–91,0%, середнє 89,8%), дещо нижчою після гороху (87,5–90,0%, середнє 88,9%) і найнижчою за повторного розміщення соняшнику (82,6–85,9%, середнє 84,3%), що підтверджує погіршення стартових умов за повторної культури та переваги зернових і зернобобових попередників.

Застосування мінеральних добрив забезпечувало стабільне підвищення польової схожості на всіх попередниках: у середньому по досліді показник зростав з 86,2% на контролі до 87,9% за $N_{15}P_{15}K_{15}$ і до 89,0% за $N_{30}P_{30}K_{30}$, причому найбільш виражений ефект удобрення проявлявся на слабшому агрофоні після соняшнику, що свідчить про часткову компенсацію несприятливих умов повторного розміщення завдяки кращому стартовому живленню.

Висота рослин у фазі цвітіння суттєво залежала від поєднання факторів А і В: максимальні значення сформувалися після пшениці озимої (162–176 см, середнє 169,3 см), близькі показники – після гороху (158–172 см, середнє 165,3 см), тоді як повторне розміщення соняшнику зумовлювало найменші значення (148–162 см, середнє 155,3 см), що відображає гірші умови росту й зниження інтенсивності вегетативного розвитку за повторної культури.

Площа листкової поверхні у фазі цвітіння, як ключова складова фотосинтетичного потенціалу, була максимальною після пшениці озимої (32,8–38,4 тис. м²/га, середнє 35,8 тис. м²/га), дещо нижчою після гороху (31,5–

37,1 тис. м²/га, середнє 34,4 тис. м²/га) і істотно меншою після соняшнику (27,6–33,0 тис. м²/га, середнє 30,3 тис. м²/га), що підтверджує провідну роль попередника у формуванні асиміляційного апарату в умовах посухи.

Урожайність соняшнику у 2025 р. змінювалася в межах 2,20–3,25 т/га і найбільшою була після пшениці озимої (2,85–3,25 т/га), дещо нижчою після гороху (2,70–3,10 т/га) і найменшою за повторного розміщення соняшнику (2,20–2,65 т/га), при цьому приріст урожайності від удобрення на кращих попередниках становив 0,25–0,40 т/га, а на повторному розміщенні – до 0,45 т/га, що підтверджує позитивний, але обмежений компенсуючий ефект добрив на слабкому агрофоні.

Зростання урожайності під впливом удобрення та кращих попередників відбувалося через поліпшення елементів структури врожаю: збільшення діаметра кошика, кількості виповнених насінин і маси 1000 насінин; найкращі параметри структури формувалися після пшениці озимої за N₃₀P₃₀K₃₀ (діаметр кошика 20,6 см, 1180 насінин, маса 1000 насінин 60,2 г), тоді як найгірші – за повторного розміщення на контролі (16,9 см; 910 насінин; 53,0 г), що пояснює механізм різниці в продуктивності між варіантами.

Економічна оцінка підтвердила доцільність поєднання кращих попередників із оптимізованим мінеральним живленням: за ціни реалізації 22 000 грн/т максимальні показники прибутковості отримано після пшениці озимої за N₃₀P₃₀K₃₀ (умовно чистий прибуток 53 415 грн/га, рентабельність 295,4%, собівартість 5 565 грн/т), тоді як повторне розміщення соняшнику забезпечувало істотно нижчі фінансові результати навіть за внесення добрив, що дає підстави рекомендувати вирощування соняшнику переважно після пшениці озимої або гороху з використанням фонів N₁₅P₁₅K₁₅–N₃₀P₃₀K₃₀ залежно від виробничих пріоритетів (максимізація прибутку або окупності витрат).

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В умовах Північного Степу України на чорноземі звичайному для виробництва насіння соняшнику рекомендується розміщувати його після пшениці озимої або гороху, а повторну сівбу соняшнику по соняшнику обмежувати. Оптимальний рівень мінерального живлення для виробничих посівів – $N_{15}P_{15}K_{15}$, а для максимального отримання урожайності та прибутку по кращих попередниках доцільно підвищувати норми внесення мінеральних добрив до $N_{30}P_{30}K_{30}$.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адаменко Т. Зміна агрокліматичних умов та їх вплив на зернові господарства. *Агроном.* 2006. № 3. С. 12–15.
2. Бойко Д.О. Аналіз впливу рідких добрив на якість насіння соняшнику // *Збірник наукових праць НАН України.* 2020. Вип. 2. С. 55-59.
3. Гавриленко М.П., Ковальчук, Ю.В. Вивчення ефективності добрив у технологіях вирощування соняшнику. *Вісник агрономії.* 2019. № 2. С. 18-24.
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., Бабич О.С. Методичні вказівки до написання розділу «Охорона праці» в випускних та дипломних роботах для студентів агрономічного факультету. Дніпропетровськ, 2007. 18 с.
7. Греков В.М. Вплив добрив на врожайність і якість насіння соняшнику. *Наукові праці Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН.* 2019. Вип. 12. С. 45-52.
8. Давиденко М.А. Дослідження впливу рідких комплексних добрив на посіви соняшнику в умовах центрального регіону . *Рослинництво України.* 2021. № 2. С. 49-53.
9. Дідур В.В. Ефективність застосування рідких комплексних добрив на соняшнику в умовах центральної України . *Вісник аграрної науки.* 2020. Т. 5, №3. С. 17-21.
10. Жук П.В. Ефективність удобрення соняшнику в різних агроекологічних умовах. *Вісник аграрної науки.* 2019. Т. 6, № 2. С. 37-42.
11. Заболотний П.С. Дослідження впливу різних норм добрив на врожайність соняшнику. *Збірник наукових праць.* 2019. Вип. 3. С. 12-17.

12. Іващенко В.В., Бойко Л.М. Підвищення ефективності вирощування соняшнику за рахунок застосування комплексних добрив. Агроекологія. 2024. Т. 4, № 7. С. 27-34.
13. Кіріченко В. В. Селекція та насінництво соняшника. Харків, 2005. 384 с.
14. Ковальчук В.М. Вплив комплексних добрив на продуктивність олійних культур. Сільське господарство. 2020. № 5. С. 23-29.
15. Ковальчук Н.О., Мельник І.П. Вплив живлення на продуктивність соняшнику. Землеробство та агрохімія. 2021. Вип. 15. С. 33-40.
16. Козак, Д.М., Іванова, О.В. Вплив мінерального живлення на продуктивність соняшнику // Наукові праці аграрного університету. 2020. № 5. С. 38-45.
17. Колесник М.П., Гнатенко П.С. Вплив живлення на врожайність соняшнику в умовах південного регіону. Землеробство України. 2020. Вип. 9. С. 45-51.
18. Кохан А. В. Водоспоживання соняшнику залежно від елементів технології. Вісник ХНАУ. 2016. Вип. 2. С. 85–93.
19. Кохан А. В. Економічна ефективність застосування способів основного обробітку ґрунту в технології вирощування соняшнику. Вісник Полтавської державної аграрної академії. Полтава, 2016. № 1-2 (80-81). С. 58–61.
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. Кравець Л.В. Ефективність застосування добрив у технології вирощування соняшнику в степовій зоні. Аграрна наука 2021 № 9. С. 12-16.
22. Кравченко І.Г., Нестеренко В.А. Вплив рідких комплексних добрив на продуктивність соняшнику. Аграрні дослідження. 2020. Т. 8. С. 15-22.
23. Кузьменко А.П. Вплив рідких добрив на врожайність і якість продукції соняшнику в різних регіонах. Аграрні науки. 2019. № 7. С. 44-50.

24. Левченко О.С. Застосування рідких комплексних добрив для підвищення якості насіння соняшнику. *Агрономія і рослинництво*. 2019. № 4. С. 11-16.
25. Лисенко М.П. Дослідження агротехнічних засобів підвищення врожайності соняшнику. *Сільське господарство*. 2021. Т. 10. С. 41-47.
26. Литвин В.В., Коваль, П.Г. Вплив рідких добрив на врожайність та якість соняшнику. *Агробіологія*. 2020 № 6. С. 30-35.
27. Мельник О.В., Іванова Т.А. Економічний ефект від застосування комплексних добрив на соняшнику. *Економіка АПК*. 2019 № 4. С. 41-48.
28. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України / Редкол. : М. В. Зубець, А. М. Малієнко, Б. С. Носко та ін. К. : Аграрна наука, 2008. 658 с.
29. 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.
30. 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.
31. Олійник Н.В. Особливості формування врожаю соняшнику під впливом добрив. *Агрономія*. 2019 № 3 С. 40-44.
32. Остапчук О.В. Порівняння ефективності рідких і твердих добрив у вирощуванні соняшнику. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2018. Вип. 12. С. 21-26.
33. Пабат І. А. Вплив факторів родючості на продуктивність соняшнику в короткоротаційний сівозміні. *Вісник аграрної науки*. 2003. № 7. С.15–19.
34. Петренко І.В. Дослідження впливу рідких комплексних добрив на врожайність соняшнику. *Сільське господарство та рослинництво*. 2021. Вип. 3. С. 58-63.

35. Поліщук І.І., Смирнова Л.М. Порівняння ефективності добрив на різних сортах соняшнику. Землеробство і рослинництво. 2019. № 6. С. 18-24
36. Прокопчук О.В. Агрохімічні основи підвищення врожайності соняшнику при використанні рідких добрив. Агрохімія і ґрунтознавство. 2018. № 11. С. 66-70.
37. Сайко В. Ф. Землеробство в сучасних умовах. Вісник аграрної науки. 2002. № 5. С. 5–10.
38. Семенов О.В., Бондар Ю.О. Ефективність добрив у технології вирощування олійних культур. Агрономія України. 2021. № 9. С. 29-36.
39. Сидоренко Г.Ю., Ткаченко Л.О. Роль агротехнічних засобів у вирощуванні соняшнику. Науковий вісник аграрного університету. 2019. № 11. С. 72-78.
40. Система ведення сільського господарства Дніпропетровської області / Редкол.: О. А. Любович, Є. М. Лебідь, В. І. Шевманьов. Дніпропетровськ. : Інститут зернового господарства УААН, 2005. 432 с.
41. Соколов Д.М. Агрохімічні властивості ґрунтів при застосуванні рідких добрив. Землеробство і рослинництво. 2018. Вип. 8. С. 67-71.
42. Статистичний щорічник України за 2022 рік. Київ: Август Трейд, 2022. 554 с.
43. Тимошенко Л.С. Технологія вирощування соняшнику з використанням рідких добрив. Науковий журнал аграріїв. 2021. Вип. 5. С. 30-35.
44. Тимченко, І.Ю., Нестеренко, В.А. Особливості живлення соняшнику при використанні комплексних добрив. Збірник наукових праць. 2019. Т. 10. С. 14-19.
45. 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, 2018. № 13. С. 284–289.
46. 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.

47. Ткаліч І. Д., Мамчук О. Л. Способи сівби та густота стояння рослин соняшнику гібрида Дарій. *Агроном*, 2011, № 1. С. 108–110.
48. Хоменко Ю.С. Вивчення впливу локального внесення добрив на олійність соняшнику. *Сучасна агрономія*. 2025. № 3. С. 22-27.
49. Циліорик О.І., Шевченко С.М., Гончар Н.В., Шевченко О.М., Деревенець-Шевченко К.А., Швець Н.В. Біологічна активність ґрунту короткоротаційної сівозміни за максимального насичення соняшником. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*, 2021, №30. С.105-117.
50. Чепурний В.О., Остапенко К.В. Технологічні прийоми підвищення врожайності олійних культур. *Вісник рослинництва*. 2018. Вип. 2. С. 30-35
51. Чорна Н.В. Підвищення врожайності олійних культур за допомогою комплексних добрив. *Сучасне рослинництво*. 2021. Т. 3. С. 34-40.
52. Шевчук В.А. Вплив різних схем удобрення на ріст і розвиток соняшнику. *Агротехніка України*. 2024. № 7. С. 22-27.
53. Шевчук Д.О. Дослідження ефективності мінерального живлення на посівах соняшнику. *Сільськогосподарська наука*. 2019 № 1. С. 10-15.
54. Brown H.J., Young L. Fertilizer Management and Sunflower Oil Yield. *International Journal of Agronomy*. 2020. Vol. 14, No. 5. P. 22-28.
55. García E., López R. Sunflower Oil Content under Various Fertilization Regimes. *Agronomy*. 2025. Vol. 11, No. 4 P. 27-34.
56. Jones D.A., Smith T.R. The Effect of Liquid Fertilizers on Sunflower Yield and Oil Content. *Journal of Agricultural Science*. 2020. Vol. 12, No. 3. P. 15-21.
57. Miller J.P. Impact of Fertilization on Sunflower Production in Temperate Climates. *Crop Science*. 2019. Vol. 58, No. 2. P. 33-39.
58. Rodriguez C.A. Enhancing Oilseed Crops Production through Advanced Fertilizer Technologies. *Journal of Plant Nutrition*. 2021. Vol. 34, No. 6. P. 44-50.

59. Soriano M. A., Ordaz F., Villalobos F. J., Fererez E. Efficiency of water use of early plantings of sunflower. *Eur. J. Agron.* 2024. № 21. P. 465–476.