

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ
КАФЕДРА АГРОХІМІЇ ТА ҐРУНТОЗНАВСТВА**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

освітнього ступеня – **Магістр**

на тему: **«Формування продуктивності соняшника залежно від рівня
удобрення на чорноземі опідзоленому Івано-Франківської області»**

Виконав студент VI-го курсу, групи Аг-62
спеціальності 201 «Агрономія»

БАБІЙ Василь Тарасович

Керівник: **М. М. ПОЛЮХОВИЧ**

Рецензент: **М. Л. ТИРУСЬ**

Дубляни – 2025

Міністерство освіти і науки України

**Львівський національний університет ветеринарної медицини та
біотехнологій імені С.З. Гжицького**

Факультет агротехнологій та охорони довкілля

Кафедра агрохімії та ґрунтознавства

Освітній ступінь Магістр

Спеціальність 201 Агрономія

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри _____
(підпис)

канд. геогр. наук, доцент О.В. Гаськевич
(наук. ступ., вч. зв.) (ініціали і прізвище)

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту **Бабій Василю Тарасовичу**

**1.Тема роботи: «Формування продуктивності соняшнику залежно від
рівня удобрення на чорноземі опідзоленому Івано-Франківської області»**

Керівник кваліфікаційної роботи: Полюхович Марія Матвіївна, кандидат
сільськогосподарських наук, доцент

Затверджені наказом по університету від «31» грудня 2024 р. № 906/к-с

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи: 05 грудня 2025 року

3. Вихідні дані для кваліфікаційної роботи: Системи удобрення соняшнику:
1) контроль – без внесення добрив; 2) $N_{30}P_{30}K_{30}$; 3) $N_{45}P_{45}K_{45}$; 4) $N_{60}P_{60}K_{60}$.
Вплив удобрення на вміст поживних елементів у ґрунті та продуктивність
культури. Ґрунт – чорнозем опідзолений, ґрунтово-кліматична зона –
Передкарпаття.

4.Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які необхідно розробити):

Вступ

Розділ 1. Огляд літератури

Розділ 2. Умови, вихідний матеріал і методика досліджень

Розділ 3. Результати досліджень

Розділ 4. Охорона навколишнього природного середовища

Розділ 5 Охорона праці та захист населення

Висновки і пропозиції виробництву

Бібліографічний список

Додатки

5. Перелік графічного матеріалу (подається конкретний перерахунок аркушів з вказуванням їх кількості):

1. Ілюстративні таблиці за результатами досліджень в основній частині роботи (10 шт.) і в додатках (3 шт.).

2. Рисунки динаміки досліджуваних показників (2).

6. Консультанти з розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис / дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
З охорони навколишнього середовища				
З охорони праці та захисту населення				

7. Дата видачі завдання: 18 вересня 2024 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів	Відмітка про виконання
1	Вивчення впливу удобрення соняшнику на властивості чорнозему опідзоленого та продуктивність соняшнику в умовах Івано-Франківської області.	09.2024 – 10.2025	
2	Написання розділу 1. Огляд літератури	до 09.2025	
3	Написання розділу 2. Умови та методика проведення досліджень	01.09.2024-01.02.2025	
4	Написання розділу 3. Результати досліджень	01.02.2024-01.10.2025	
5	Написання розділу 4. Охорона навколишнього природного середовища	01.10.2024 – 31.10.2025	
6	Написання розділу 5. Охорона праці та захист населення. Формування висновків, бібліографічного списку, додатків.	01.11.2024-01.12.2025	

Студент _____ **Василь БАБІЙ**
(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ **Марія ПОЛЮХОВИЧ**
(підпис)

УДК 631.581:631.44(477.52)

Формування продуктивності соняшника залежно від рівня удобрення на чорноземі опідзоленому Івано-Франківської області.
Бабій В. Т. – Кваліфікаційна робота. Кафедра агрохімії та ґрунтознавства. – Дубляни, Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького, 2025 р.

75 стор. текс. част., 10 табл., 2 рис., 62 джерела

В кваліфікаційній роботі представлено результати досліджень з вивчення впливу удобрення макроелементами соняшника гібриду Р63НЕ189 на продуктивність культури в умовах чорнозему опідзоленого Передкарпаття. Дослідження проводили впродовж 2024-2025 рр. у ФГ «Штерн Агро».

Доведено, що підвищення норм мінерального удобрення сприяє системному покращенню агрохімічного стану чорнозему опідзоленого, оптимізує забезпечення рослин доступними формами азоту та фосфору й забезпечує інтенсивніший ріст та продукційний розвиток соняшника, причому максимальна норма удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$ формує найвищі показники польової схожості, збереженості, біометричних параметрів та урожайності.

Встановлено, кількісні закономірності між рівнем мінерального живлення та розвитком листкової поверхні, формуванням насіння, умістом і збором олії та білка, що дозволило визначити оптимальний рівень удобрення для виробничих умов.

Відзначено, чітку реакцію соняшника на різні норми мінерального удобрення, за якої підвищення норм добрив стабільно покращує фізіолого-біохімічні процеси, структуру врожаю та якісні показники продукції, досягаючи максимуму за норми удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	3
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ ЗА ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ).....	9
1.1 Вимоги до умов мінерального живлення соняшника та вплив удобрення на ростові процеси рослин	9
1.2 Урожайність соняшника під впливом різних систем удобрення.....	11
1.3 Формування якісних показників зерна соняшника залежно від удобрення	14
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	17
2.1 Кліматичні та погодні умови в період проведення досліджень	17
2.2 Характеристика ґрунту дослідної ділянки	20
2.3 Методика проведення досліджень.....	23
2.4 Технологія вирощування соняшника та характеристика гібриду.....	25
РОЗДІЛ 3. ПРОДУКТИВНІСТЬ СОНЯШНИКА ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ В УМОВАХ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ (РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ).....	29
3.1 Динаміка агрохімічних показників ґрунту залежно від рівня мінерального живлення соняшника.....	29
3.2 Вплив удобрення на ріст та розвиток соняшника.....	32
3.3 Урожайність соняшника залежно від удобрення	37
3.4 Вплив удобрення на якісні показники насіння соняшника.....	41
3.5 Економічна і енергетична оцінка вирощування соняшника за різного рівня удобрення	46
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ ЗА НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ	50
4.1 Стан охорони праці та цивільної оборони у ФГ «Штерн Агро».....	50
4.2 Покращення гігієни праці, техніки безпеки і пожежної безпеки за	

	6
вирощування соняшника в умовах господарства	51
4.3 Захист населення у надзвичайних ситуаціях	53
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО	
СЕРЕДОВИЩА	54
5.1 Стан ґрунтів та ефективне використання земельних ресурсів у ФГ «Штерн Агро»	54
5.2 Водні ресурси та їх охорона	55
5.3 Охорона атмосферного повітря	57
5.4 Стан охорони і примноження флори і фауни	58
ВИСНОВКИ.....	60
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	62
ДОДАТКИ	69
Додаток А. Технологічна карта вирощування соняшника	70
Додаток Б1. Статистичне опрацювання результатів досліджень урожаю зерна соняшника гібриду Р63НЕ189 за 2024 р.....	73
Додаток Б2. Статистичне опрацювання результатів досліджень урожаю зерна соняшника гібриду Р63НЕ189 за 2025 р.....	74
Додаток В. Ксерокопія тез у матеріалах ІХ-ї Міжнародної науково практичної конференції «Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва», 28 листопада 2025 року.....	75

ВСТУП

Вирощування соняшника є однією з провідних галузей рослинництва України, що пов'язано з високим попитом на олію та зерно. Ця культура відзначається значним біологічним потенціалом продуктивності та здатністю формувати стабільний урожай за умов правильно організованої агротехніки. Внесення оптимальної кількості добрив та забезпечення збалансованого живлення рослин є ключовими чинниками, що визначають ефективність виробництва соняшника. Інтенсивні технології вирощування, зокрема застосування комплексних мінеральних добрив дозволяють підвищити врожайність культури та покращити якість насіння.

Соняшник відзначається високою адаптивністю до різних ґрунтово-кліматичних умов, однак найбільший урожай формується за наявності оптимальної агротехніки та системи удобрення, що враховує біологічні потреби культури. Вивчення особливостей росту та розвитку рослин на конкретних ґрунтах, зокрема чорноземі опідзоленому Івано-Франківської області, дає змогу підвищити продуктивність культури та ефективність використання ресурсів господарства.

Актуальність теми. Соняшник є культурою, що відзначається високою чутливістю до рівня мінерального живлення. Найважливішими елементами для росту та розвитку культури є азот, фосфор та калій. Недостатнє забезпечення рослин у критичні періоди вегетації призводить до зниження потенційної врожайності та якості насіння.

Одним із ключових чинників підвищення ефективності вирощування соняшника є науково обґрунтоване внесення добрив із урахуванням ґрунтових і кліматичних умов конкретного регіону. Особливості чорнозему опідзоленого Івано-Франківської області, його поживний та водно-фізичний стан визначають реакцію культури на різні рівні удобрення. Дослідження в цих умовах дозволяє отримати рекомендації для оптимізації системи удобрення, що сприяє максимально ефективному використанню добрив та реалізації генетичного потенціалу культури.

Мета і завдання досліджень. Метою роботи було визначення впливу різних рівнів мінерального удобрення на формування продуктивності соняшника на чорноземі опідзоленому Івано-Франківської області.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

- оцінити динаміку агрохімічних показників ґрунту залежно від рівня мінерального удобрення соняшника;
- вивчити динаміку росту і розвитку соняшника під час вегетації;
- встановити оптимальний рівень удобрення для отримання високої врожайності та покращення якісних показників насіння;
- провести економічну оцінку застосування різних систем удобрення у виробництві соняшника.

Об'єкт дослідження – процес росту, розвитку та формування продуктивності соняшника залежно від рівня удобрення.

Предмет дослідження – вплив мінерального удобрення на морфологічні показники, врожайність і якість насіння соняшника, а також економічну ефективність систем удобрення.

Методи досліджень. Дослідження супроводжувалися застосуванням польового, лабораторного й математично-статистичного методів.

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше в умовах чорнозему опідзоленого Івано-Франківської області проведено комплексне дослідження впливу різних рівнів мінерального удобрення на формування продуктивності соняшника.

Науково обґрунтовано оптимальні рівні внесення азоту, фосфору та калію для даних ґрунтово-кліматичних умов та розвитку рослин. Встановлено, що збалансоване живлення забезпечує не лише підвищення врожайності, а й покращення якісних показників насіння – вміст олії та білка, масу 1000 насінин та натуру зерна. Результати досліджень дозволяють удосконалити систему удобрення соняшника для конкретних ґрунтово-кліматичних умов Івано-Франківської області, забезпечити реалізацію генетичного потенціалу культури та підвищити економічну ефективність

вирощування. Це створює наукову основу для розробки рекомендацій щодо інтенсифікації технології вирощування соняшника в регіоні.

Практичне значення одержаних результатів. За результатами проведених досліджень оптимізовано систему удобрення соняшника в умовах Івано-Франківської області, що забезпечує підвищення його продуктивності. Удобрення мінеральними добривами в нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ створює найсприятливіші умови живлення рослин та забезпечує отримання урожайності насіння на рівні 3,79 т/га при рівні рентабельності 134,6 %.

Публікації. Результати досліджень за темою кваліфікаційної роботи опубліковано у збірнику матеріалів IX-ї Міжнародної науково практичної конференції «Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва», 28 листопада 2025 року (дод. В).

Структура та обсяги роботи. Кваліфікаційна робота викладена на 75 сторінках друкованого тексту, включає 10 таблиць, 2 рисунки, містить вступ, 5 розділів, висновки, бібліографічний список, у якому 62 найменування джерел літератури і 4 додатки.

РОЗДІЛ 1

ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ ЗА ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1. Вимоги до умов мінерального живлення соняшника та вплив удобрення на ростові процеси рослин

Соняшник (*Helianthus annuus* L.) є культурою з високими вимогами до умов мінерального живлення, що зумовлено інтенсивним формуванням вегетативної маси та значним винесенням елементів живлення з урожаєм. За даними багатьох досліджень, для формування 1 т насіння соняшник виносить у середньому 55-65 кг азоту, 25-30 кг фосфору та 120-150 кг калію, а також значну кількість кальцію, магнію та мікроелементів [11, 14, 16, 59]. Така структура поживних потреб визначає необхідність збалансованого удобрення протягом усього періоду вегетації та оптимального забезпечення рослин елементами, особливо на ранніх етапах росту, коли закладається потенціал майбутньої продуктивності.

Азот є одним із ключових чинників ростових процесів соняшника, оскільки він визначає темп формування листової поверхні та фотосинтетичного апарату. За оптимального азотного живлення соняшник формує більший діаметр кошика (на 10-18 %), збільшує площу листків до 35 -45 тис. м²/га та підтримує вищу активність хлорофілу (N-Tester 650-750 од.) [2]. Відомо, що за нестачі азоту на ранніх фазах розвитку рослин (2 - 4 пари листків) урожайність знижується на 15-25 %, а вміст олії на 1,5-2,0 %, оскільки рослини формують менший кошик та меншу кількість виповненого насіння [52]. Надлишок азоту, особливо за обмеженої вологи, призводить до витягування стебла, підвищення ризику вилягання та збільшення ураження фомозом та склеротиніозом [32].

Фосфор у живленні соняшника забезпечує розвиток кореневої системи, енергію клітинного поділу та інтенсивність генеративних процесів [60]. Найбільша потреба у фосфорі припадає на період від появи сходів до фази

«зірочки», коли відбувається закладання генеративних органів. За достатнього забезпечення фосфором, рослини формують кореневу систему глибиною до 1,5-2,0 м, що особливо важливо в умовах дефіциту вологи [28]. Дефіцит фосфору знижує коефіцієнт використання води на 10-15 % та діаметр кошика на 8-12 % [48]. За даними НААН України (2020-2023 рр.), внесення 60-80 кг/га P_2O_5 підвищує енергію проростання на 6-10 %, прискорює появу сходів на 1-2 доби та збільшує врожайність на 0,3-0,5 т/га [9].

Калій – елемент, що найбільше поглинається соняшником. Він регулює водний баланс, активність ферментів, синтез вуглеводів та стійкість до стресів. Оптимальне калійне живлення підвищує інтенсивність фотосинтезу на 14-22 %, а коефіцієнт засвоєння CO_2 на 12-18 % [44]. Надлишок калію знижує доступність магнію та кальцію, що призводить до хлорозів і зменшення інтенсивності фотосинтезу [54].

Вплив системи удобрення на ростові процеси проявляється через формування структурних елементів урожаю, а саме діаметр кошика, кількість сім'янок, маса 1000 насінин та ступінь виповненості насіння. За даними Інституту олійних культур НААН [8], оптимальні норми добрив для гібридів інтенсивного типу становлять $N_{60-90}P_{60-80}K_{80-120}$ і забезпечують врожайність 3,0-3,8 т/га у зоні Лісостепу та 2,2-2,8 т/га у зоні Степу. За таких норм площа листової поверхні сягає 45-55 тис. м²/га, формуючи фотосинтетичний потенціал понад 4,5 млн м²·дн/га. Це підвищує швидкість наростання біомаси до 8-12 г/рослину на добу у фазі бутонізації та збільшує висоту рослин на 10-20 % порівняно з контролем [43].

Удобрення впливає також на стійкість рослин до стресів. За даними FAO [46], оптимально забезпечені макроелементами рослини втрачають тургор у спеку на 20-30 % повільніше, а коефіцієнт водоспоживання знижується з 540-580 до 450-480 м³/т. Також знижується ураженість склеротиніозом та фомозом на 12-18 %, що пояснюється міцнішими клітинними стінками та підвищеним вмістом фенолів [32].

Узагальнюючи, мінеральне живлення є ключовим фактором продуктивності соняшника. Правильно збалансована система удобрення забезпечує оптимальний ріст, потужний листковий апарат, високий фотосинтетичний потенціал і формування врожайності 3-4 т/га при вмісті олії 50-54 %, дозволяючи реалізувати генетичний потенціал сучасних гібридів.

1.2. Урожайність соняшника під впливом різних систем удобрення

Урожайність соняшника є комплексною інтегральною характеристикою продуктивності культури і прямо корелює з режимом мінерального живлення, що включає основне внесення макроелементів, припосівні підживлення та листкові підживлення мікро- та макроелементами. У багаторічних дослідженнях результати показують, що перехід від контрольного варіанту (без удобрення) до системи мінерального удобрення забезпечує стабільний приріст врожайності: за даними польових дослідів, мінеральна система удобрення давала прибавку 0,51 т/га (+ 36,7 %) порівняно з контролем; органо-мінеральна система близько 0,46 т/га (27,4 %), що свідчить про важливий вплив макроелементів у генерації біомаси та наповненні кошика насіння [17].

Основні макроелементи, що лімітують продуктивність соняшника, – азот, фосфор та калій. За біологічним виносом культури на формування 1 ц насіння середні величини складають орієнтовно: N – 6,5 кг, P – 2,7 кг, K – 15 кг, а за кумулятивними оцінками для високих урожаїв (30-40 ц/га) потреби сягнуть десятків чи сотні кілограмів відповідних поживних речовин на гектар. Практичні рекомендації в Україні пропонують орієнтовні норми внесення макроелементів під соняшник у межах 50-90 кг/га азоту, 40-70 кг/га фосфору та 40-80 кг/га калію залежно від зони та типу ґрунту; для чорноземів типових рекомендують $N_{60-90}P_{50-60}K_{50-60}$, тоді як для ґрунтів півдня – дещо менші норми, азоту 50-60 кг/га із більшим фокусом на фосфор та калій [29, 41].

Ефективність конкретної схеми удобрення оцінюється не лише абсолютною прибавкою врожаю, а й показниками економічної ефективності (рентабельності), олійності насіння, масою 1000 насінин та індексом використання добрив. Польові дослідження на різних гібридах показували, що стандартні мінеральні схеми давали приріст врожаю 0,16-0,26 т/га порівняно з контролем, а комбінування мінеральних добрив із біопрепаратами або гуматами (листяне підживлення) давало додаткові 0,1-0,4 т/га в залежності від погодних умов і генотипу. Зокрема, у дослідженнях В.В. Гангура та ін. приріст врожайності при застосуванні комбінацій мінеральних добрив і біопрепаратів коливався в межах 0,16-0,26 т/га. [4].

Системи комплексного удобрення – коли макроелементи вносять у вигляді комбінованих гранульованих комплексних добрив разом із локальним удобренням фосфором та калієм в рядок при сівбі дають кращу «стартову» енергію для рослини: формування кореневої системи та початкового розвитку листового апарату. В експериментальних варіантах, де використовували комплексні добрива типу нітроамофоски ($N_{16}P_{16}K_{16}$) або діамофоску, зафіксовано помітне збільшення густоти утворення кошиків і маси 1000 насінин; в окремих варіантах різниця у врожайності між комплексними і роздільними схемами становила 0,2-0,4 т/га на користь комплексних форм. Це пов'язано з кращою синхронізацією надходження макроелементів у початкові фази росту та зменшенням локального дефіциту фосфору у зонах кореневого живлення [34].

Важливим аспектом є зональна диференціація норм: у дослідженнях зони Західного Лісостепу України показано, що найбільш ефективними були схеми із середніми нормами $N_{60-80}P_{60}K_{60}$ кг/га з урахуванням попередника та вмісту гумусу, тоді як у зоні Степу іноді доцільно зменшувати азотні норми або переносити внесення частини азоту на фазу підживлення. У дослідженні Р.О. Турака підтверджено, що адаптовані регіональні схеми забезпечують кращу економічну ефективність, ніж універсальні «високі» норми добрив [36].

Ще одним прикладом слугують трирічні польові дослідження С.В. Лябаха та ін. у зоні центрального Полісся України, в яких вивчали різні варіанти мінерального удобрення. При системі удобрення $N_{16}P_{16}K_{16} + N_{46}$ (нітроамофоска + карбамід) приріст урожайності становив 1,66-1,72 т/га. При цьому найвищий приріст був за варіантів із фосфорно-калійним добривом $P_5K_{55} + N_{46}$ до 1,85-1,97 т/га в залежності від дослідних варіантів. Ці системи удобрення сприяли також підвищенню маси 1000 насінин й інших якісних показників, що свідчить про ефективність саме комплексного підходу [15].

У дослідженнях М.Г. Цехмейструка продемонстровано, що сортова реакція гібридів соняшника на мінеральні добрива дуже різна: при внесенні P_{15} при сівбі + $N_{30}P_{30}K_{30}$ у підживленні гібрид Оскіл досяг врожайності 2,94 т/га, що підтверджує, що саме комбінації макроелементів можуть бути оптимальними для певних гібридів. Поєднання основного внесення фосфору з підживленням азотом, фосфором та калієм забезпечує як кількісні, так і якісні переваги [40].

Крім макроелементів, комплексне удобрення включає мікродобрива (В, Zn, Mn, Cu, Mo), які у ряді дослідів підвищували масу 1000 насінин, олійність та навіть врожайність до 0,3-0,5 т/га при листовому внесенні (фаза 3-4 листків). У дослідженнях В.І. Козечко та О.М. Іванченко показано, що використання мікродобрив сприяло підвищенню насінневої продуктивності гібридів (підвищення маси 1000 насінин, олійності). Таким чином, досягнення стабільного високого врожаю вимагає не лише базового внесення макроелементів, а й адресного внесення мікроелементів відповідно до агрохімічного аналізу ґрунту [12].

Урожайність також суттєво залежить від взаємодії добрив із погодними умовами та генетичним потенціалом гібридів. Наприклад, систематичні багаторічні спостереження показують, що в роки з дефіцитом вологи прирости від інтенсифікації добрив істотно менші і іноді перевищення оптимуму добрив навіть шкодить, бо виникає затримка дозрівання та погіршення якісних показників насіння. Дані досліджень В.Д. Паламарчука

та В.Ю. Кричковського у 2023-2025 рр. показують, що середня врожайність гібридів коливалася в межах 2,6-3,5 т/га залежно від варіанту удобрення та погодних умов, а найвищі показники досягали при збалансованих комплексних схемах із внесенням мікродобрив [24].

Екологічний аспект, а саме надмірне або незбалансоване внесення азоту призводить до підвищеної втрати нітратів і ризику забруднення вод, тому сучасні системи удобрення рекомендують балансувати азотне удобрення із фосфорним та калійним й використовувати норму азоту у два прийоми (під основний обробіток та під час вегетації) або використовувати інгібітори нітрифікації, у разі потреби. Також зростає інтерес до використання мікрогранульованих комплексних добрив, котрі забезпечують рівномірніший доступ для кореневої системи, що підвищує коефіцієнт використання добрив [27, 33, 38].

Отже, підсумовуючи: для максимізації врожайності соняшника необхідна інтегрована система удобрення, яка передбачає обґрунтовані зональні норми макроелементів (орієнтовно $N_{50-90}P_{40-70}K_{40-80}$, залежно від ґрунтово-кліматичної зони та агрохімічного стану ґрунту), застосування комплексних мікрогранульованих схем із припосівним удобренням фосфором, внесенням мікродобрив та можливе додавання біопрепаратів або гуматів для підвищення ефективності. Очікуваний приріст врожайності при правильно вибраній системі удобрення в середньому становить 0,15-0,6 т/га (в окремих умовах і більше), а економічна й екологічна ефективність досягається при балансі між потенціалом генотипу, режимом зволоження та раціональним використанням добрив.

1.3. Формування якісних показників зерна соняшника залежно від удобрення

У процесі вирощування соняшника важливим чинником, що визначає не лише врожайність, а й якість насіння (вміст олії, масу 1000 насінин, натуру тощо), є система мінерального живлення, зокрема комплексне удобрення

макроелементами. Комплексні добрива дозволяють одночасно забезпечити рослини трьома ключовими елементами живлення азотом, фосфором та калієм в оптимальних співвідношеннях, що покращує баланс їх надходження в різні фази розвитку культури.

Так, в дослідженнях В.М. Тоцького та О.І. Леня на базі Полтавської дослідної станції ім. М.І. Вавилова показано, що за внесення системи макро- і мікродобрів значно покращуються біометричні й продуктивні характеристики соняшника, а також підвищується вміст олії в насінні. Зокрема, застосування оптимальних доз азоту, фосфору та калію разом із мікродобривами збільшувало діаметр кошика, масу 1000 насінин і загальну врожайність, порівняно з контролем без добрив [35].

На практиці, згідно з агрономічними рекомендаціями (від Yara Україна), планування системи удобрення соняшника має базуватися на аналізі виносу макроелементів культурою, а також на агрохімічному аналізі ґрунту. Азот, підкреслюють рекомендації, асимілюється рослиною переважно до фази цвітіння, а потім переноситься в кошики, тому його баланс та співвідношення з фосфором і калієм – критично важливі для накопичення поживних речовин у насінні [42].

Закордонні науковці дослідили, що дефіцит калію зменшує синтез ліпідів, тому вміст олії може падати до 37-41 % [49].

Ще один приклад сучасних досліджень – вивчення впливу добрива нітроамофоски у нормі $N_{32}P_{32}K_{32}$ (з додатковим позакореневим підживленням біологічними препаратами) на врожайність і якість соняшника. В досліді визначено, що за комбінації $N_{32}P_{32}K_{32}$ + біопрепарати (Organic Balance + Liposam) середня врожайність становила 3,02 т/га, що на 0,47 т/га більше, ніж у контролі, а також спостерігалось підвищення вмісту олії (наприклад, у гібриду Політ 2 на 55,7 %) та маси 1000 насінин. Це дозволяє стверджувати, що саме комплексне добриво з макроелементами в однакових пропорціях, доповнене біологічним підживленням, суттєво підвищує якість зерна [4, 18].

Крім того, дані з практики свідчать, що оптимальні співвідношення азоту, фосфору та калію залежать від типу ґрунту. Наприклад, Українська агропромислова група (УАПГ) [37] рекомендує на чорноземах типових вносити комплексні добрив у діапазоні азоту 60-90 кг/га, фосфору 50-60 кг/га, калію 50-60 кг/га у діючій речовині. У системах удобрення саме такі норми забезпечують добрий баланс елементів, що сприяє не лише врожайності, але й формуванню якісного насіння.

Мікроелементи відіграють надзвичайно важливу роль у живленні соняшника, серед яких бор є критичним. Винесення бору становить лише 60-80 г/т урожаю, проте дефіцит навіть 0,1 мг/кг у ґрунті призводить до порожнистості стебла, деформації кошика та зниження врожаю на 20-35 % [6]. Обробка борними препаратами у фазі 6-8 листків (150-300 г/га бору) підвищує масу 1000 насінин на 4-7 %, частку виповненого насіння на 12-17 %, а вміст олії на 1,2-1,8 % [56].

Таким чином, численні українські та закордонні наукові дослідження підтверджують, що комплексне удобрення макроелементами (з правильно підібраними співвідношенням азоту, фосфору й калію) значною мірою впливає на формування якісних показників зерна соняшника. Воно підвищує вміст олії, збільшує масу 1000 насінин, покращує біометричні параметри рослин, і, зрештою, дає стабільнішу й вищу врожайність.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Кліматичні та погодні умови в період проведення досліджень

За даними Івано-Франківського обласного центру з гідрометеорології, регіон характеризується тривалістю безморозного періоду на рівні 260-270 днів у році. Річна кількість опадів на рівнинній частині області, до якої належить Тлумацький район, оцінюється в межах 650-750 мм, при цьому більша частина опадів припадає на теплий сезон. Відносна вологість повітря за даними гідрометеорологічного центру коливається близько 75-80 %. Рельєф регіону (передгір'я Карпат) сприяє формуванню мікрокліматних особливостей: тут впливають західні та південно-західні циклони, а також можливе локальне накопичення опадів під час грозових періодів.

Погодні умови вегетаційного періоду є одним із провідних факторів, що визначають темпи росту, продуктивність та реалізацію генетичного потенціалу соняшника [61, 62]. Аналіз показників Івано-Франківської метеостанції за місяцями свідчить про суттєві відхилення від багаторічних норм – як у напрямі підвищення температур, так і нерівномірності опадів (табл. 2.1). Сукупність цих факторів комплексно впливала на проходження кожної фенологічної фази, що по-різному позначалися на продуктивності культури.

Розглянемо погодні умови 2024-2025 років загалом, а також через призму критичних фаз розвитку соняшника: проростання, ріст рослин, цвітіння, наливання зерна.

Зимові місяці, а саме січень, лютий та березень, створюють основу для вологозабезпечення посівів майбутнього сезону. У 2025 році січень був аномально теплим зі середньою температурою $+2,5^{\circ}\text{C}$, що на $4-5^{\circ}\text{C}$ вище багаторічної норми, проте різко контрастував із січнем 2024 року, коли середня температура становила $-1,0^{\circ}\text{C}$, а кількість опадів була значно більшою – 47,1 мм проти 23 мм у 2025 році. У 2024 році це забезпечувало

краще насичення ґрунту вологою та формування «снігової подушки», тоді як мінімальний сніговий покрив 2025 року (лише 3 см) не сприяв накопиченню зимової вологи. У лютому 2025 року середня температура $-2,8^{\circ}\text{C}$ була близькою до норми, однак опадів випало лише 8 мм. На відміну від цього, лютий 2024 року вирізнявся різко теплішою погодою $+5,4^{\circ}\text{C}$ при 31,7 мм опадів, що дозволяло краще поповнювати запаси продуктивної вологи під кінець зими. Таким чином, попри нестабільність температури взимку 2025 року та часті цикли замерзання–відлиги, саме 2024 рік забезпечив більш повноцінне вологонакопичення ґрунту.

Таблиця 2.1 – Погодні умови 2024-2025 року (дані Івано-Франківської метеостанції [19])

Місяць	Температура, $^{\circ}\text{C}$			Опади, мм		
	2024 р	2025 р	середні багаторічні	2024 р	2025 р	середні багаторічні
Січень	-1,0	+2,5	-3,2	47,1	23,0	33,4
Лютий	+5,4	-2,8	-1,7	31,7	8,0	36,5
Березень	+5,4	+6,3	+2,4	49,7	42,3	39,0
Квітень	+11,8	+10,1	+8,7	48,8	86,2	47,9
Травень	+15,1	+11,2	+13,9	28,5	75,7	89,6
Червень	+19,7	+19,2	+17,4	69,6	18,1	97,9
Липень	+21,9	+20,1	+19,0	67,4	116,2	101,5
Серпень	+21,4	+18,7	+18,5	30,2	23,7	78,6
Вересень	+16,5	+15,7	+14,0	82,2	68,2	51,3
Жовтень	+8,5	+8	+8,7	21,4	39,3	37,8
Листопад	+2,6	+4,7	+3,1	24,6	25,4	38,2
Грудень	+1,8	-	+1,5	23,6	-	32,1

Березень 2025 року з температурою $+6,3^{\circ}\text{C}$ був теплішим за норму, однак схожим за умовами на березень 2024-го ($+5,4^{\circ}\text{C}$). Опадів у березні 2024 року випало більше – 49,7 мм проти 42,3 мм у 2025 році, що означало кращу акумуляцію вологи перед весняною сівбою. У 2025 році частина опадів мала зливовий характер, що спричиняло поверхневий стік.

У квітні 2025 року середня температура була високою ($+10,1^{\circ}\text{C}$) та сприяла швидкому прогріванню ґрунту, але надлишок опадів (86,2 мм)

ускладнював посівну. Для порівняння, квітень 2024 року був ще теплішим (+11,8°C), але з помірними опадами (48,8 мм), що створювало більш збалансовані умови для проведення сівби й зменшувало ризик перезволоження.

У травні 2025 року середня температура знизилася до +11,2°C, що було нижче норми, тоді як у 2024 році травень був досить теплим (+15,1°C) і більш сприятливим для формування кореневої системи. Проте вологозабезпечення в травні 2024 року було значно нижчим (28,5 мм), а 2025 рік навпаки характеризувався достатньою кількістю опадів (75,7 мм), що компенсувало прохолодні температури й підтримувало розвиток рослин.

Червень 2025 року став періодом вираженого водного стресу: середня температура +19,2°C поєднувалася з критично низькими опадами (18,1 мм). У 2024 році ситуація була протилежною – при близьких температурах (+19,7°C) кількість опадів становила 69,6 мм, що забезпечило сприятливий водний режим у фазу бутонізації.

Липень 2025 року характеризувався надлишком вологи (116,2 мм), що повністю контрастувало з липнем 2024 року, коли випало лише 67,4 мм. Середня температура в обидва роки була схожою (20,1-21,9°C), проте 2025 рік створив підвищений ризик грибкових інфекцій та зниження життєздатності пилку через поєднання високих температур і рясних опадів.

Серпень 2025 року мав дефіцит опадів (23,7 мм), але середні температури були помірними. У 2024 році серпень був ще теплішим (+21,4°C), а кількість опадів – 30,2 мм, що також було нижче норми, погіршуючи умови для наливу насіння.

Вересень і жовтень 2025 року характеризувалися теплими умовами та помірною кількістю вологи, проте у 2024 році вересень був ще вологішим (82,2 мм проти 68,2 мм у 2025 році), що сприяло продовженню наливу й підвищенню маси насіння. Жовтень 2024 року був схожим за температурою, але значно сухішим (21,4 мм проти 39,3 мм у 2025 році), що покращувало умови досягання й збирання врожаю.

Листопад 2025 року був теплішим і сухішим аналогічно до 2024 року, де середня температура становила $+2,6^{\circ}\text{C}$, а опади – 24,6 мм, що також відповідало тенденції до формування стабільно м'яких завершень сезону. Грудень 2024 року підтвердив цю тенденцію: температура $+1,8^{\circ}\text{C}$ та опади 23,6 мм забезпечували м'який старт зимового періоду, який у 2025 році продовжився вже зі значно теплішим січнем.

Таким чином, аналіз двох років демонструє, що 2024 рік забезпечив більш сприятливий баланс тепла й опадів у зимово-весняний період, тоді як 2025 рік відзначився різкими коливаннями вологозабезпечення – дефіцитом у ключові фази розвитку соняшника та надлишком у період цвітіння.

Бачимо, що погодні умови років дослідження характеризувалися високою мінливістю умов: нестача зимових опадів, надмірне зволоження весни, жорсткий літній контраст між дефіцитом і надлишком опадів, а також тепла осінь. Для соняшника це означало формування вегетації в умовах змінного водного режиму: ранньовесняне перезволоження могло ускладнювати сівбу, червневий дефіцит вологи стримував бутонізацію, а липневі дощі частково компенсували втрати, але підвищували ризик розвитку хвороб.

2.2. Характеристика ґрунту дослідної ділянки

Ґрунт у сільському господарстві розглядається як складна біогеохімічна система, що виконує функції акумуляції, трансформації та регулювання потоків води й поживних елементів у агроєкосистемах. Його фізико-хімічні властивості, рівень мінерального живлення та біологічна активність визначають потенційну й ефективну родючість, а відтак – продуктивність вирощуваних культур і стабільність агроландшафтів. Тому актуальним є дослідження його якісних показників та процесів трансформації, що дозволяє підтримувати оптимальний рівень родючості й попереджати деградаційні зміни в агроландшафтах.

За ґрунтово-географічним районуванням територія господарства розміщена у межах лісостепової зони Волино-Поділля, Західно-Подільського ґрунтово-географічного краю, Городенківсько-Заставнівського ґрунтового округу [25].

Ґрунтовий покрив дослідної ділянки представлений чорноземом опідзоленим грубопиловато-середньосуглинкового гранулометричного складу, сформованим на лесоподібних суглинках. Для цього типу ґрунтів характерний середньої глибини гумусовий профіль, який сягає 60-65 см, та добре виражений гумусово-елювіальний горизонт потужністю близько 35 см.

У морфологічній будові чорнозему опідзоленого виділяють такі генетичні горизонти:

He (0-35 см) – *гумусово-аккумулятивний*, включно з орним шаром 0–25 см; характеризується темно-сірим кольором, легкосуглинковим складом і пиловато-зернисто-грудкуватою структурою у верхній частині профілю. У підорному шарі структура переходить у грудкувато-середньозернисту. У нижній межі горизонту простежується слабка кремнеземна присипка (SiO_2); трапляється велика кількість червоточин та копролітів. Перехід до нижнього горизонту – поступовий, хвилястої конфігурації.

Hpi (36-65 см) – *гумусовий перехідний* горизонт з темно-сірим забарвленням, що донизу набуває більш виразного бурого відтінку. Легкосуглинковий за гранулометрією, із зернисто-середньогоріхуватою структурою. Горизонт ущільнений і характеризується грубою шпаруватістю. На стінках агрегатів і червоточин наявні скелетани SiO_2 . Копроліти та біопори трапляються у великій кількості.

Phi (66-99 см) – *нижній перехідний слабоілювіюваний* горизонт, у якому спостерігаються сліди прогумусування та локальні прояви елювіювання. Має сірувато-бурий відтінок, у нижній частині – гумусові вклинення. Легкосуглинковий, зі структурою горіхувато-грудкуватого типу; присутні поодинокі червоточини. Перехід – поступовий, дифузний.

Ph (100-122 см) – *слабогумусований лесоподібний суглинок* із значною кількістю кротовин, які надають горизонту строкатого сірувато-бурого вигляду з численними темно-сірими включеннями. Структура неміцна, грудкувато-брилувата. Перехід до наступного горизонту – хвилястий.

P(h)k (123-170 см) – строкатий, нерівномірно прогумусований *карбонатний лесоподібний суглинок*. Основна маса безструктурна, однак у кротовинах зберігається грудкуватість. Горизонт ущільнений, тонкошпаруватий. Карбонати трапляються у вигляді журавчиків та просочувань.

Pkgl (171-210 см) – *материнська порода* – карбонатний лесоподібний легкий суглинок. Характерні сизі та іржаво-бурі плями, що свідчить про періодичне оглеєння.

Чорнозем опідзолений характеризується добре диференційованою морфологічною організацією профілю та комплексом фізичних і фізико-хімічних властивостей, що відображають поєднання гумусоаккумулятивних процесів із проявами опідзолювання.

У гумусовому горизонті формуються оптимальні для агрогенезу показники щільності твердої фази. Об'ємна маса зазвичай становить $1,25 \text{ г/см}^3$, що вказує на добре розвинену зернисто-грудкувату структуру з високим рівнем водотривкості агрегатів. Загальна шпаруватість варіює у межах 50-60 %, причому частка аераційних пор у верхніх горизонтах є достатньою для інтенсивних процесів газообміну.

Гранулометричний склад коливається від легкосуглинкового до середньосуглинкового, із домінуванням пилюватої та дрібнопіщаної фракцій. Такий склад забезпечує задовільну водопроникність та високу капілярну вологоємність, що дозволяє ґрунту ефективно акумулювати вологу під час випадання опадів і підтримувати водний режим упродовж вегетації. У підорному шарі сформувалась ущільнена плужна підошва, що є наслідком довготривалого орного навантаження та здатна локально обмежувати вертикальну інфільтрацію та ріст кореневої системи.

Вміст гумусу в орному шарі становить 3,1 %. Ємність катіонного обміну перебуває на рівні 22 ммоль/100г ґрунту. Насиченість основами є високою – 80 %. Реакція ґрунтового розчину в орному горизонті слабокисла (рН 5,7). Вміст у ґрунті легкогідролізних сполук азоту на рівні 111 мг/кг ґрунту, що вказує на низьку забезпеченість. За вмістом рухомого фосфору, ґрунт характеризувався середньою забезпеченістю (101 мг/кг ґрунту), обмінного калію – підвищеною (95 мг/кг ґрунту).

Таким чином, чорноземи опідзолені даного регіону поєднують високу структурну стійкість, сприятливі водно-повітряні властивості та достатній рівень гумусу для забезпечення високої продуктивності культур. Водночас прояви опідзолення, локальне ущільнення орного шару потребують раціонального агрокультивування, зокрема, системного внесення органічних добрив та застосування ґрунтозахисних технологій.

2.3. Методика проведення досліджень

В основу проведення досліджень в агрономії покладено експеримент, проведення спостережень з метою встановлення оптимальних прийомів вирощування, що забезпечують підвищення продуктивності та покращення показників якості рослинницької продукції. Дотримання методичних вимог проведення досліджень сприяє отриманню достовірних результатів.

Для проведення наукових досліджень з вивчення впливу удобрення на продуктивність соняшника використовували загальноприйняту методику [7]. Основою досліджень було закладання польового досліді згідно схеми:

1. Контроль (без добрив)
2. $N_{30}P_{30}K_{30}$
3. $N_{45}P_{45}K_{45}$
4. $N_{60}P_{60}K_{60}$

Дослід закладали у триразовій повторності. Розміщення ділянок – рандомізоване. Площа посівної ділянки складала 100 м², облікова площа ділянки з урахуванням захисних смуг 75 м².

Фосфорні та калійні добрива у вигляді суперфосфату гранульованого (19,5 % д.р.) та калімагnezії (28 % д.р.) вносили під основний обробіток ґрунту. З азотних добрив застосовували аміачну селітру (34,5 % д.р.), вносили під передпосівну культивуацію.

Опис ґрунтового профілю та відбір зразків ґрунту для аналізів проводили за генетичними горизонтами відповідно до затверджених методик (ДСТУ ISO 11464–2001) [1, 22]. Аналітичні роботи охоплювали визначення гранулометричного складу ґрунту, щільності будови та твердої фази ґрунту, визначення загального вмісту гумусу, потенційної кислотності (обмінної та гідролітичної), суми ввібраних основ. Розрахунковим методом розраховували запаси гумусу, показники шпаруватості та ступеня насичення основами. Поживний режим ґрунту характеризували за вмістом легкогідролізного азоту (за Корнфілдом), рухомого фосфору та обмінного калію (за Мачигінім).

Для комплексного аналізу особливостей росту, розвитку та формування продуктивності рослин соняшника, а також для встановлення закономірностей їх реакції на досліджувані технологічні прийоми, забезпечення наукової обґрунтованості висновків і формування практичних рекомендацій для виробництва, у межах дослідів здійснювали такі спостереження й аналітичні визначення:

- Польову схожість визначали як відношення кількості рослин у фазу повних сходів до загальної кількості висіяного насіння.
- Густоту рослин соняшника підраховували на відрізках рядків завдовжки – 14,3 м.
- Спостереження за ростом і розвитком соняшника здійснювали впродовж вегетаційного періоду. При цьому визначали, висоту, діаметр стебла і площу листкової поверхні рослин.
- Визначались дати початку (у 10 % рослин) і повне (більше як у 75 % рослин) настання основних фенологічних фаз розвитку рослин

соняшника: сходи, поява двох пар справжніх листків, цвітіння, налив насіння, досягання насіння.

- Облік урожаю проводили шляхом прямого комбайнування за середньої вологості насіння 12-14 %, коли у 75-80 % рослин кошики жовто-бурі. Робили оцінку структурних елементів продуктивності рослин (діаметр кошика, маса насіння з кошика, маса 1000 насінин). Якість зерна характеризували за показниками маси 1000 зерен (ДСТУ 4138–2002), натурою, олійністю, вмістом білка.
- Економічну та енергетичну ефективність внесення пропонованих норм добрив визначали розрахунковим методом. Статистичну обробку отриманих результатів виконували методом дисперсійного і кореляційно-регресійного аналізу.

2.4. Технологія вирощування соняшника та характеристика гібриду

Для сівозміни даного регіону доцільно планувати сівбу соняшника після озимих зернових, у нашому випадку це була пшениця озима.

Обробіток ґрунту, для традиційної технології в цьому районі передбачає глибоку оранку на 25 см плугами Lemken Rubin 12/250, які забезпечують рівномірне перевертання пласта ґрунту та його добре розпушення. Для передпосівного обробітку використовують дискові борони Case IH Tiger Mate, котрі ефективно подрібнюють великі грудки і вирівнюють поверхню. Потім використовують культиватор Horsch Joker 3, для подальшого розпушення та підготовки ґрунту для сівби [15].

Фосфорні та калійні добрива вносять під оранку восени, азотні – навесні під передпосівну культивацію.

Сівбу, оптимально проводити тоді, коли ґрунт на глибині загортання насіння (4-6 см) прогріється до 8-10°C (орієнтовно II-III декада квітня), щоб забезпечити швидкий старт рослини. Глибина загортання 4-6 см. Спосіб сівби – широкорядний (70 см) Що стосується густоти, то в умовах

Тлумацького району доцільна середня густота 65-70 тис. рослин/га – вона добре балансує між раціональним використанням сонячного світла, доступом до поживних речовин і вологи [10, 23, 38].

Для контролю злакових бур'янів використовують досходовий гербіцид Гезагард 500 FW, к.с. (прометрин, 500 г/л) або Дуал Голд, к.е. (960 г/л S – метолахлору). Для ефективного контролю дводольних бур'янів у посівах соняшника в господарстві застосовують гербіциди класу сульфонілсечовин, підбираючи при цьому гібриди, стійкі до цих препаратів. Серед рекомендованих засобів захисту рослин відзначаються: Експрес 75, в.г., та Гранстар Голд, в.г.

Система захисту соняшника від хвороб у період вегетації передбачає проведення обробок фунгіцидами у визначені фази розвитку рослин: Т1 – перша обробка у фазі 3-4 пар листків (ВВСН 16-18); Т2 – друга обробка на стадії «зірочка» (ВВСН 51-59); Т3 – третя обробка на початку та у період завершення цвітіння (ВВСН 61-71). Основні фунгіциди які використовують: Аканто Плюс, к.с. (пікоксістробін 200 г/л, ципроконазол 80 г/л), Амістар Голд, к.с. (азоксістробін 125 г/л, дифеноконазол 125 г/л), Піктор, к.с. (дімоксістробін 200 г/л, боскалід 200 г/л), Пропульс, с.е. (флуопірам 125 г/л, протіоконазол 125 г/л).

Для захисту соняшника від основних шкідників використовують інсектициди із комбінованою системною та контактною дією. Серед них найвищу ефективність демонструють Ампліго, к.с. (хлорантраніліпрол 100 г/л, лямбда-цигалотрин 50 г/л), який забезпечує швидке і тривале пригнічення лускокрилих і попелиць; Енжіо 247, к.с. (тіаметоксам 141 г/л, лямбда-цигалотрин 106 г/л), що створює комплексний захист від широкого спектра шкідників на всіх стадіях їх розвитку; а також Кораген, к.с. (хлорантраніліпрол 200 г/л), який відзначається високою активністю проти гусениць совок та соняшникової молі. Застосування цих препаратів у рекомендовані фази вегетації дозволяє мінімізувати шкоду від шкідників і забезпечити стабільний рівень врожайності.

Одним із перспективних гібридів для зони Західного Лісостепу України, який вирощують у господарстві і ми використали у дослідженні, є Р63НЕ189 від Corteva Agriscience (бренд Pioneer®) [39]. Це ранньостиглий, високоолеїновий простий гібрид, відзначений дуже високим вмістом олеїнової кислоти (> 90 % в оптимальних умовах), що робить його особливо цінним для виробництва якісної олії.



Рисунок 2.1 – Посів досліджуваного гібриду Р63НЕ189

Група стиглості – ранньостиглий, що означає, що він має достатньо короткий вегетаційний період, що дає змогу уникати стресу в кінці сезону, зокрема через висихання або коливання температур. Гібрид соняшника Р63НЕ189 призначений для вирощування за технологією ExpressSun®. Висока посухостійкість – одна з ключових характеристик цього гібриду, що добре корелює з агрокліматом Тлумацького району, де сезонні коливання вологи можуть бути суттєвими. Крім того, цей гібрид має генетичну стійкість до вовчка соняшникового рас А-Г плюс системи II.

Щодо морфології, то рослини Р63НЕ189 мають нижчу за середню висоту, що може бути перевагою в плані стійкості до вилягання та полегшення збирання, особливо за інтенсивної технології.

З точки зору потенціалу врожайності та економічної привабливості, високоолеїновий тип гібриду означає, що продукція має високу додану вартість – олія з високим вмістом олеїнової кислоти користується попитом на ринку з огляду на здорові властивості та стабільність. Разом із адаптацією до посушливих умов, це робить гібрид Р63НЕ189 стратегічно важливим для аграріїв, які прагнуть стабільних урожаїв і високої якості насіння навіть за несприятливих погодних умов.

РОЗДІЛ 3

ПРОДУКТИВНІСТЬ СОНЯШНИКА ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ В УМОВАХ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ (РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ)

3.1. Динаміка агрохімічних показників ґрунту залежно від рівня мінерального живлення соняшника

У польових дослідженнях 2018-2020 рр.[50] встановлено, що за вирощування гібридів соняшника найвищий рівень легкогідролізного азоту формувався за умови застосування повного мінерального удобрення $N_{40}P_{60}K_{60}$. Натомість за максимального внесення $N_{60}P_{80}$ зафіксовано зниження запасів мінерального азоту в ґрунті порівняно з варіантами з нижчими та середніми нормами. Рухомі форми фосфору найінтенсивніше накопичувалися в орному шарі ґрунту за удобрення $N_{30}P_{40}$, $N_{40}P_{60}$, $N_{40}P_{60}K_{60}$. Крім того, внесення $N_{40}P_{60}K_{60}$ забезпечувало найвищий уміст обмінного калію, який перевищував показники варіанта без добрив у різних групах стиглості гібридів на 21,6; 36,0 та 44,3 мг/кг ґрунту відповідно.

Перед закладенням досліду чорнозем опідзолений вирізнявся типовими для цього ґрунтового різновиду показниками забезпечення елементами живлення (табл. 3.1). Початковий вміст легкогідролізного азоту становив 111 мг/кг, що відповідає низькому рівню азотного живлення. Концентрація рухомого фосфору перебувала на рівні 101 мг/кг, а обмінного калію – 105 мг/кг, що свідчило про підвищене забезпечення доступними формами фосфору і калію. Упродовж вегетації соняшника ці показники зазнавали істотних змін, чітко відображаючи як потреби культури, так і ефективність застосованих доз мінеральних добрив.

Найінтенсивніше виснаження запасів поживних елементів за весь період росту рослин спостерігалось на контрольній ділянці, де добрива не вносилися. До моменту збирання врожаю вміст легкогідролізного азоту знизився до 89 мг/кг, що майже на п'яту частину від початкового значення.

Це вказує на активне використання азоту рослинами та мінералізаційними процесами без поповнення запасів. Подібне зменшення кількості рухомого фосфору до 94 мг/кг свідчило про значні витрати елемента на формування генеративних органів сояшника. Особливо відчутним було падіння рівня обмінного калію до 74 мг/кг, що підкреслює високу потребу сояшника у цьому елементі під час наливу сім'янок та регулювання водного режиму рослин.

Таблиця 3.1 – Динаміка вмісту поживних елементів (мг/кг ґрунту) в орному шарі чорнозему опідзоленого залежно від норми добрив

Варіанти дослідів	До закладання дослідів			Перед збиранням врожаю		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Контроль (без добрив)	111	101	105	89	94	74
2. N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	111	101	105	107	106	83
3. N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	111	101	105	117	111	96
4. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	111	101	105	121	119	103

Удобрення у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ помітно пом'якшувало дефіцит елементів, оскільки забезпечувало базове відновлення їх запасів. Хоча ця норма не компенсувала повністю потреб рослин, вона дозволила значно скоротити втрати поживних елементів у ґрунті. Наприкінці вегетації вміст азоту становив 107 мг/кг, що лише трохи відрізнялося від стартового показника. Рівень рухомого фосфору підвищився до 106 мг/кг, тоді як обмінний калій знизився до 83 мг/кг, що значно краще, ніж на контролі. Отже, ця норма забезпечувала часткове балансування елементів, покращуючи агрохімічний стан ґрунту.

При застосуванні більшої норми удобрення N₄₅P₄₅K₄₅ відбулося майже повне відновлення балансу азоту – його вміст зріс до 117 мг/кг, що практично відповідає вихідному рівню і навіть дещо перевищує його.

Фосфорний режим також покращився: приріст рухомого фосфору становив 8,9 % порівняно з початковими значеннями. Хоча обмінний калій продовжував знижуватися, дефіцит виявився незначним, лише 7,6 %, що свідчить про достатню ефективність цієї норми для підтримання калійного балансу (рис. 3.1).

Найвищі показники оптимізації поживного режиму забезпечила максимальна норма мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$. Ця норма не тільки компенсувала витрати азоту й фосфору, а й сприяла накопиченню їх доступних форм. Перед збиранням урожаю вміст азоту досягав 121 мг/кг (+9 %), рухомого фосфору – 119 мг/кг (+17,8 %). Обмінний калій знизився лише до 103 мг/кг, тобто фактично залишився на рівні, близькому до вихідного. Це свідчить про збалансованість і високу ефективність макроелементів у такій нормі удобрення для підтримання стабільного агрохімічного стану чорнозему опідзоленого.

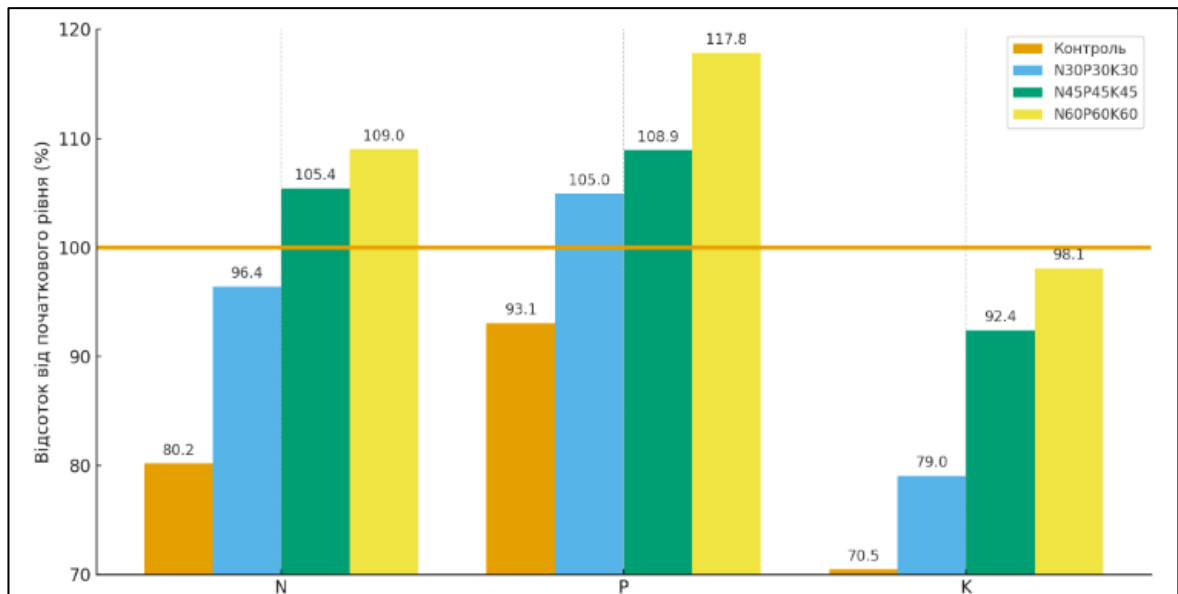


Рисунок 3.1 – Втрати / приріст макроелементів за період вегетації соняшника порівняно з даними до закладання дослідів (у %)

Отже, максимальна норма удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$ продемонструвала найпотужніший позитивний вплив на динаміку азоту, фосфору та калію в орному шарі. У середньому покращення показників поживного режиму становило 8,3 % порівняно з початком дослідів, що підтверджує доцільність

застосування збалансованих норм макроелементів для культур із високою потребою в елементах живлення, таких як соняшник.

3.2. Вплив удобрення на ріст та розвиток соняшника

Польова схожість є важливим показником енергії проростання насіння та здатності рослин до виживання на ранніх фазах розвитку. Вона відображає відсоток насіння, яке проросло та сформувало добрі сходи в польових умовах, і служить критерієм оцінки якості насіння та ефективності застосованих агротехнічних прийомів. Внесення мінеральних добрив позитивно впливає на польову схожість соняшника, підвищуючи відсоток проростання та виживання рослин у ранніх фазах розвитку. Це пов'язано з тим, що азот стимулює білковий обмін і ферментативну активність насіння, фосфор забезпечує енергетичний потенціал проростків, а калій покращує водний баланс і стійкість до стресових умов, що в комплексі сприяє формуванню більш здорових і життєздатних сходів соняшника порівняно з контролем (без удобрення).

Проведені дослідження показали, що застосовані варіанти удобрення істотно варіювали рівень польової схожості соняшника. За різних погодних умов 2024 та 2025 років найефективнішим виявилось удобрення у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$. Саме цей варіант забезпечив максимальну середню схожість – 92,4 %, що на 12,1 % перевищує показники контрольного варіанту (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Польова схожість соняшника за різних норм удобрення

Варіант досліджу	2024 р.		2025 р.		середнє	
	%	± до контролю	%	± до контролю	%	± до контролю
1. Контроль (без добрив)	82,4	-	78,2	-	80,3	-
2. $N_{30}P_{30}K_{30}$	88,1	5,7	85,0	6,8	86,5	6,2
3. $N_{45}P_{45}K_{45}$	92,7	10,3	90,4	12,2	91,5	11,2
4. $N_{60}P_{60}K_{60}$	93,5	11,1	91,3	13,1	92,4	12,1

У контрольному варіанті, без внесення мінеральних добрив, польова схожість склала 82,4 % у 2024 р. та 78,2 % у 2025 р. (середнє 80,3 %). Такі показники свідчать про наявність певного дефіциту елементів живлення в ґрунті, що обмежує енергетику проростання та швидкість формування первинної кореневої системи. Різниця між роками може бути пояснена впливом погодних умов: менший відсоток у 2025 р. може свідчити про коливання температур або вологісного режиму в період сівби, що є критичним для початкового розвитку насіння.

Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ забезпечило помірне підвищення польової схожості на 5,7-6,8 % порівняно з контролем (середній приріст 6,2 %). Це підтверджує роль збалансованого живлення у стимуляції метаболізму насіння, що включає активізацію ферментативних систем, амінокислот та цукрів, необхідних для енергоємних процесів проростання. Фосфор, зокрема, впливає на синтез АТФ та розвиток кореневої системи, тоді як азот стимулює формування білкових структур у проростках. Калій, у свою чергу, регулює осмотичний баланс, що підвищує виживаність проростків при стресових умовах.

Підвищення норми добрив до рівня $N_{45}P_{45}K_{45}$ дало ще більш виражене збільшення польової схожості – 92,7 % у 2024 р. та 90,4 % у 2025 р. (середній приріст 11,2 %). Це вказує на оптимізацію співвідношення поживних речовин для насіння: достатнє забезпечення макроелементами дозволяє насінню реалізувати генетичний потенціал проростання. При цьому помітно, що приріст у 2025 р. був дещо вищим (12,2 % до контролю), що може свідчити про компенсаційний ефект удобрення при менш сприятливих умовах року.

Найвищий рівень польової схожості відзначений при нормі удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 93,5 % та 91,3 % у 2024 та 2025 рр. відповідно (середнє +12,1 %). Однак порівняно з $N_{45}P_{45}K_{45}$ приріст уже не настільки відчутний, що вказує на ефект насичення рослин поживними речовинами. Надмірне внесення макроелементів не завжди корелює з пропорційним збільшенням польової

схожості, оскільки фізіологічні механізми проростання мають обмеження щодо швидкості метаболічних процесів і поглинання елементів.

Таким чином, аналіз даних підтверджує, що внесення мінеральних добрив позитивно впливає на польову схожість соняшника, зумовлюючи підвищення енергії проростання, швидкість розвитку кореневої системи та стійкість проростків до початкових стресів. Оптимальним варіантом у даних умовах є норми добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$, при яких реалізується максимальний потенціал схожості без ризику надлишкового внесення елементів живлення та негативного впливу на фізіологічні процеси рослин.

Збереженість рослин упродовж вегетаційного періоду виступає своєрідним показником умов у яких вони ростуть і розвиваються. Чим вищий рівень збереженості, тим сприятливішими є фактори, що забезпечують нормальний перебіг їхнього росту та розвитку.

Аналіз густоти стояння та збереженості рослин соняшника за різних норм удобрення (табл. 3.3) демонструє позитивний вплив мінеральних добрив на стійкість рослин протягом вегетаційного періоду. У контрольному варіанті, без добрив, густина стояння на початку вегетації становила 5,62 шт./м², а наприкінці – 4,93 шт./м², що відповідає збереженості 87,8 %.

Таблиця 3.3 – Густина стояння та збереження рослин соняшника за різних норм удобрення (середнє за 2024-2025 рр.)

Варіант досліджу	Густина стояння рослин, шт./м ²	Збереженість рослин за період вегетації		
		шт./м ²	%	± до контролю
1. Контроль (без добрив)	5,62	4,93	87,8	—
2. $N_{30}P_{30}K_{30}$	6,10	5,08	90,5	2,7
3. $N_{45}P_{45}K_{45}$	6,41	5,19	92,3	4,5
4. $N_{60}P_{60}K_{60}$	6,47	5,36	95,4	7,6

Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ підвищило збереженість до 90,5 % (+2,7 % до контролю), а при нормі $N_{45}P_{45}K_{45}$ цей показник зріс до 92,3 %

(+4,5 %). Найвищий рівень збереженості спостерігався при $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 95,4 %, що на 7,6 % перевищує контроль. Це свідчить про те, що забезпечення рослин оптимальним живленням сприяє кращій витривалості та стійкості до природних втрат протягом вегетації.

Покращення збереженості при внесенні добрив обумовлене активнішим ростом кореневої системи, підвищенням абсорбції води та поживних речовин, а також зміцненням вегетативних органів, що зменшує випадання рослин. Таким чином, удобрення у помірних і високих нормах забезпечує не лише підвищення густоти стояння, а й максимальну збереженість рослин до кінця вегетації, що є критичним фактором для формування високої продуктивності соняшника.

Вирощування стабільно високих урожаїв польових культур можливе лише за умови створення таких агробіологічних умов, за яких фотосинтетичний апарат рослин працює з максимальною ефективністю. Це передбачає утворення найбільшої можливої кількості органічних речовин у розрахунку на одиницю листової площі за певний проміжок часу. Досягти цього можна шляхом формування агроценозів із добре розвинутою листовою системою, яка впродовж більшої частини вегетаційного періоду зберігає високу фотосинтетичну активність.

Дослідження, проведені в Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, демонструють, що значне розширення листової поверхні забезпечує приріст урожайності лише за наявності сприятливих погодних умов. За оптимальних факторів вирощування соняшник здатний формувати досить потужний листовий апарат до 50-80 тис. $m^2/га$. Однак така площа зберігається недовго, оскільки листя нижніх ярусів швидко відмирає, що призводить до зменшення загальної асимілюючої поверхні [45].

Опрацювання результатів наших досліджень дозволило зафіксувати істотні зміни у формуванні листової поверхні соняшника залежно від рівня мінерального живлення. Підвищення доз мінеральних добрив сприяло

помітному розширенню листкової площі рослин, що простежувалося як стійка тенденція (табл. 3.4).

Аналіз отриманих даних з таблиці 3.4 показує чітку залежність між рівнем мінерального удобрення та формуванням листкової поверхні соняшника. У контрольному варіанті, де добрива не вносили, площа листкової поверхні становила 27,9 тис. м²/га. За внесення норми N₃₀P₃₀K₃₀ цей показник зріс до 34,2 тис. м²/га, що становить +22,5 % більше від контролю. Такий приріст свідчить про покращення доступності азоту, фосфору і калію, що стимулювало інтенсивніший ріст листкових пластин, підвищення активності меристем та покращення умов фотосинтезу на ранніх фазах розвитку.

Таблиця 3.4 – Площа листкової поверхні та висота рослин соняшника у фазі цвітіння (ВВСН 65) залежно від норм добрив (середнє за 2024-2025 рр.)

Варіанти дослідів	Площа листкової поверхні		Висота рослин	
	тис.м ² /га	± до контролю	см	± до контролю
1. Контроль (без добрив)	27,9	-	167,4	-
2. N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	34,2	6,3	171,8	4,4
3. N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	39,7	11,8	174,2	6,8
4. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	43,5	15,6	180,9	13,5

У варіанті із внесенням норми добрив N₄₅P₄₅K₄₅ листкова площа збільшилася до 39,7 тис. м²/га, що перевищує контроль на 42,2 %. На цьому рівні живлення рослини отримують уже майже оптимальну кількість основних елементів, що сприяє формуванню не лише більшої кількості листків, а й їх більшої товщини та площі, зростає хлорофільний індекс та фотосинтетична продуктивність одного листка.

Найвищі значення зафіксовано у варіанті з нормою $N_{60}P_{60}K_{60}$, де площа листової поверхні досягла 43,5 тис. $m^2/га$, що на 55,9 % більше порівняно з контролем. Такий суттєвий приріст пояснюється тим, що при достатньому забезпеченні макроелементами посилюються як лінійні, так і об'ємні параметри листків, збільшується тривалість їх функціонування, зменшується темп старіння нижніх ярусів. На цьому рівні живлення асиміляційний апарат рослин працює максимально ефективно, створюючи сприятливі передумови для формування продуктивного кошика.

Внесення мінеральних добрив суттєво посилило ріст соняшника, що проявилось у помітному збільшенні висоти рослин порівняно з контролем. У варіанті без удобрення рослини досягали 167,4 см, що відображає їхній природний потенціал за умов обмеженого живлення. Застосування мінімальної норми добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ сприяло покращенню азотного та фосфорного живлення, завдяки чому висота рослин зроста до 171,8 см, або на 2,6 % відносно контролю.

Внесення добрив у нормі $N_{45}P_{45}K_{45}$ дало ще виразніший ефект: рослини сформувалися вищими – 174,2 см, що становить 4,1 % приросту порівняно з контрольним варіантом без добрив. Найбільш інтенсивний ріст спостерігався за максимальної норми $N_{60}P_{60}K_{60}$, де висота рослин досягла 180,9 см, тобто на 8,1 % більше за контрольний рівень.

Отримані результати свідчать про чітку позитивну реакцію соняшника на збільшення норм мінерального живлення. Вищі норми добрив активізували ріст, посилили формування вегетативної маси та сприяли кращому прояву потенціалу культури, що є важливою передумовою для підвищення майбутньої продуктивності.

Узагальнюючи, можна зазначити, що з підвищенням норм мінеральних добрив відбувається істотне нарощування площі листової поверхні соняшника, що безпосередньо визначає його фотосинтетичний потенціал та майбутню врожайність. Така закономірність є типовою для культур із

високою потребою в елементах живлення, особливо за умов інтенсивної технології вирощування.

3.3. Урожайність соняшника залежно від удобрення

Дослідження підтверджують, що основні елементи мінерального живлення – азот, фосфор і калій є критично важливими для інтенсивного росту соняшника та формування його врожайності. Забезпечення рослин збалансованими дозами макроелементів створює оптимальні умови для перебігу фізіолого-біохімічних процесів, що визначають розвиток генеративних органів і реалізацію потенціалу продуктивності культури. Саме раціональне співвідношення цих елементів у системі удобрення дозволяє досягти максимальної ефективності живлення та високих показників урожайності [47, 51, 53, 55, 57].

Показники структури врожаю соняшника є фундаментальними характеристиками, що визначають потенціал продуктивності культури та відображають реакцію рослин на умови вирощування й рівень мінерального удобрення. До них належать діаметр кошика, кількість насінин та маса насіння з одного кошика – саме ці елементи формують основну частину врожайності й комплексно характеризують біологічну реалізацію продуктивності. Аналіз цих параметрів дозволяє оцінити ефективність удобрення, встановити оптимальні агротехнічні заходи та визначити, наскільки повноцінно рослини використовують доступні ресурси для формування генеративних органів. Таким чином, показники структури врожаю є ключовою основою для наукового обґрунтування технології вирощування соняшника та підвищення його продуктивності.

Діаметр кошика є одним із ключових структурних показників продуктивності соняшника, адже саме від його величини значною мірою залежить потенціал формування насінневих зав'язей і, відповідно, загальна врожайність культури. Збільшення діаметра кошика під впливом удобрення свідчить про покращені умови мінерального живлення, що забезпечують

інтенсивніший ріст генеративних органів і підвищену здатність рослин формувати повноцінний репродуктивний потенціал. За результатами досліджень (табл. 3.5), діаметр кошика зростав у міру підвищення норм добрив: від 19,7 см на контролі до 21,5 см (+9,1 % до контролю) за норми $N_{30}P_{30}K_{30}$, 22,8 см (+15,7 %) за норми $N_{45}P_{45}K_{45}$ та 24,1 см (+22,3 %) у варіанті з нормою добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$. Таке систематичне збільшення розміру кошика демонструє чітку позитивну реакцію соняшника на оптимізацію живлення.

Кількість насінин у кошику є визначальним параметром, що безпосередньо формує потенційну врожайність, оскільки саме число виповнених насінин становить основу урожаю. Під впливом внесення добрив цей показник значно підвищувався, що свідчить про покращення процесів цвітіння, запилення та зав'язування насіння (табл. 3.5).

На контролі рослини сформували 1474 насінини, тоді як за внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ їхня кількість зростала до 1639 шт. (+11,2 % до контролю), за норми $N_{45}P_{45}K_{45}$ до 1721 шт. (+16,7 %), а у варіанті з нормою $N_{60}P_{60}K_{60}$ до 1863 шт. (+26,4 %). Таке зростання вказує на покращення фізіолого-біохімічного стану рослин, що забезпечує вищу репродуктивну ефективність за рахунок внесення добрив.

Таблиця 3.5 – Показники структури врожаю залежно від норм добрив (середнє за 2024-2025 рр.)

Варіанти дослідів	Діаметр кошика		Кількість насінин з кошика		Маса насіння з кошика	
	см	± до контролю	шт	± до контролю	г	± до контролю
1. Контроль (без добрив)	19,7	-	1474	-	53,5	-
2. $N_{30}P_{30}K_{30}$	21,5	1,8	1639	165	60,8	7,3
3. $N_{45}P_{45}K_{45}$	22,8	3,1	1721	274	65,2	11,7
4. $N_{60}P_{60}K_{60}$	24,1	4,4	1863	389	70,6	17,1

Маса насіння з кошика є інтегральним показником, який поєднує як кількість насінин, так і ступінь їхнього виповнення. Вона відображає ефективність використання рослиною асимілятів та рівень забезпечення її поживними речовинами протягом усього періоду вегетації. У контрольному варіанті маса насіння становила 53,5 г, тоді як за норми добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ вона збільшувалася до 60,8 г (+13,6 %), за норми $N_{45}P_{45}K_{45}$ до 65,2 г (+21,9 %), а за норми добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ зростала до 70,6 г (+32,0%).

Таке суттєве наростання маси насіння свідчить про покращення фотосинтетичної активності та інтенсивніший транспорт асимілятів до генеративних органів у відповідь на покращення мінерального живлення, що зрештою забезпечує вищу фактичну продуктивність рослин.

Дослідження, проведене на чорноземі опідзоленому, показало істотний вплив норми мінеральних добрив на врожайність соняшника гібриду Р63НЕ189. За два роки спостережень (2024-2025 рр.) вищий урожай було отримано у 2025 році, хоча можемо констатувати, що незалежно від року досліду простежується однакова закономірність: з підвищенням норм добрив зростає обсяг вирощеного зерна.

У 2024 році середня врожайність по всіх варіантах становила 3,14 т/га, при цьому найменший показник зафіксовано на контрольній ділянці – 2,55 т/га (табл. 3.6). Внесення норми добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ підвищило врожайність до 3,05 т/га, що дало приріст 0,50 т/га порівняно з контролем. Збільшення норми до $N_{45}P_{45}K_{45}$ забезпечило врожайність 3,25 т/га, що на 45,8 % перевищувало контроль. Найвищий результат спостерігався за внесення добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 3,72 т/га, або на 45,8 % більше, ніж на ділянці без добрив.

У 2025 році контрольний варіант дав 2,73 т/га зерна. За застосування добрив врожайність коливалася від 3,13 т/га при нормі добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ до 3,86 т/га при $N_{60}P_{60}K_{60}$. Мінімальна доза забезпечила збільшення врожаю на 0,40 т/га (14,6 %), тоді як максимальна на 1,13 т/га (41,1 %).

Таблиця 3.6 – Урожайність соняшника залежно від норм добрив

Варіанти дослідів	2024 р.			2025 р.		
	Врожайність, т/га	± до контролю		Врожайність, т/га	± до контролю	
		т/га	%		т/га	%
1. Контроль (без добрив)	2,55	-	-	2,73	-	-
2. N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	3,05	0,50	19,6	3,13	0,40	14,6
3. N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	3,25	0,70	27,4	3,51	0,78	28,5
4. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,72	1,17	45,8	3,86	1,13	41,4
Середнє	3,14	0,79		3,31	0,77	
НІР ₀₅	0,11			0,13		

У середньому за два роки досліджень на контрольній ділянці без внесення добрив отримано 2,66 т/га зерна соняшника гібриду Р63НЕ189. Використання мінімальної норми мінеральних добрив N₃₀P₃₀K₃₀ забезпечило підвищення врожайності до 3,09 т/га, що відповідає приросту 17,1 % порівняно з контролем. За внесення середньої норми N₄₅P₄₅K₄₅ середня врожайність зросла до 3,38 т/га, або на 0,74 т/га більше ніж на ділянці без добрив. Найвищий показник середньої врожайності спостерігався на ділянці з максимальною нормою N₆₀P₆₀K₆₀ – 3,79 т/га, де приріст до контролю склав 1,15 т/га, що становить 43,6 %.

Таким чином, результати дослідження чітко демонструють позитивний вплив мінерального живлення на продуктивність соняшника. Внесення норми добрив N₆₀P₆₀K₆₀ дозволяє майже вдвічі підвищити врожайність гібриду Р63НЕ189 порівняно з неудобреним варіантом, підтверджуючи ефективність оптимального мінерального живлення для формування високого врожаю.

3.4. Вплив удобрення на якісні показники насіння соняшника

Умови вирощування та норми удобрення сільськогосподарських культур визначають не лише рівень урожайності, а й формування його

якісних показників. Для соняшника оптимізація мінерального живлення відіграє ключову роль у забезпеченні розвитку генеративних органів, що сприяє збільшенню частки виповненого насіння та покращенню його біохімічних характеристик. За достатнього забезпечення елементами живлення інтенсивніше проходять процеси фотосинтезу та асиміляції, що безпосередньо впливає на накопичення ліпідів і білків у зерні.

Оцінку якісних параметрів насіння соняшника за різних норм удобрення проводили за такими показниками: маса 1000 зерен, що характеризує ступінь виповненості та рівень забезпечення рослин пластичними речовинами; олійність та збір олії, яка є одним із ключових технологічних критеріїв; білок та збір білка, а також натура, яка відображає щільність і загальну якість сформованої насінневої маси.

Зазначений підхід дає змогу комплексно оцінити вплив норм мінерального удобрення на формування якісних властивостей насіння соняшника та встановити найбільш ефективні рівні забезпечення культури елементами живлення.

Отримані результати свідчать про чітку та закономірну позитивну реакцію соняшника на підвищення норм мінерального живлення, що проявляється як у збільшенні маси тисячі насінин, так і в покращенні натури насіння (табл. 3.7). У контрольному варіанті, без застосування добрив, маса 1000 насінин становила 36,2 г, а натура – 374,6 г/л, що відображає природний рівень реалізації потенціалу гібрида за умов обмеженого мінерального забезпечення.

Внесення норми добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ забезпечило помірне, але стабільне покращення обох показників: маса 1000 насінин зросла до 37,1 г, що на 0,9 г (2,5 %) вище контролю. Одночасно натура збільшилася до 386,7 г/л, тобто на 12,1 г/л (3,2 %). Таке підвищення пов'язане з покращенням фосфорного та калійного живлення, які відповідають за інтенсивність наливу та транспортування асимілятів до насіння.

**Таблиця 3.7 – Натура та маса тисячі зерен соняшника за різних норм
удобрення (середнє за 2024-2025 рр.)**

Варіант досліджу	Маса 1000 насінин, г	± до контролю		Натура, г/л	+ до контролю	
		г	%		г/л	%
Контроль (без добрив)	36,2	-	-	374,6	-	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	37,1	0,9	2,5	386,7	12,1	3,2
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	37,9	1,7	4,7	401,2	26,6	7,1
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	40,1	3,9	10,8	419,1	44,5	11,9

Подальше зростання норми добрив до N₄₅P₄₅K₄₅ посилило цей ефект: маса 1000 насінин підвищилася до 37,9 г, що на 4,7 % більше від контролю, а натура до 401,2 г/л, що на 7,1 % вище. Така закономірність свідчить про активізацію процесів ліпогенезу та кращу структурну виповненість насіння.

Найвищі показники зафіксовані у варіанті з максимальною нормою добрив N₆₀P₆₀K₆₀. Маса 1000 насінин досягла 40,1 г, що становить приріст 3,9 г або 10,8 % до контролю. Натура підвищилася до 419,1 г/л, що на 44,5 г/л (11,9 %) більше контролю. Такі значення вказують на оптимальне забезпечення рослин макроелементами в період наливу насіння та максимальну реалізацію потенціалу культури щодо виповненості та енергетичної цінності насіннєвого матеріалу.

Загалом встановлено чітку реакцію на удобрення: із підвищенням норм азоту, фосфору та калію відбувається рівномірне і суттєве збільшення як маси 1000 насінин, так і натури. Це пояснюється тим, що збалансоване забезпечення макроелементами оптимізує фотосинтетичну активність, посилює акумуляцію пластичних речовин і забезпечує кращий налив насіння. Таким чином, максимальні норми добрив зумовлюють найвищу якість насіння, що є ключовим чинником підвищення продуктивності соняшника.

Збір олії та білка із продукції соняшника є одними з ключових показників, що визначають його господарську та економічну цінність.

Високий вміст олії відображає ефективність використання рослиною елементів живлення та сприятливість умов вирощування, адже саме жирнокислотний склад і рівень олійності формують основну товарну якість насіння. Паралельно вміст і збір білка демонструють збалансованість живлення та фізіолого-біохімічний стан рослин, впливаючи на цінність макухи чи шроту як високобілкового корму. Сукупний аналіз цих двох показників дозволяє об'єктивно оцінити результативність систем удобрення, технології вирощування та потенціал гібрида, оскільки вони відображають не лише масу врожаю, а й його якість та можливу рентабельність переробки.

Результати досліджу свідчать про чітку залежність збору олії і білка від системи удобрення соняшника, яка проявляється як у зміні їхнього вмісту в насінні, так і в абсолютних показниках накопичення на одиницю площі (табл. 3.8). У контрольному варіанті без застосування добрив вміст олії становив 50,7 %, що забезпечило збір 1,35 т/га, тоді як вміст білка дорівнював 10,5 % із збором 0,28 т/га. Ці значення відображають базовий рівень реалізації біохімічного потенціалу культури за умов обмеженого мінерального живлення.

Таблиця 3.8 – Збір олії та білка з одиниці площі соняшника залежно від системи удобрення (середнє 2024-2025 рр.)

Варіант досліджу	Вміст олії, %	Збір олії		Вміст білка, %	Збір білка	
		т/га	+ до конт-ролю, т/га		т/га	+ до конт-ролю, т/га
Контроль (без добрив)	50,7	1,35	-	10,5	0,28	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	49,9	1,54	0,19	13,1	0,40	0,12
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	49,3	1,67	0,32	12,8	0,43	0,15
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	48,1	1,82	0,47	14,3	0,54	0,26

Застосування помірної норми добрив N₃₀P₃₀K₃₀ зумовило зниження олійності до 49,9 %, проте збір олії зріс до 1,54 т/га, що на 0,19 т/га більше

контролю. Такий ефект пояснюється підвищенням урожайності насіння, що компенсує незначне зменшення відсоткового вмісту жиру. Одночасно спостерігалось помітне зростання вмісту білка до 13,1 %, а збір білка досяг 0,40 т/га, що на 0,12 т/га перевищує контроль. Це свідчить про те, що помірне азотне живлення стимулює білковий синтез, активуючи азотний обмін у рослині.

Підвищення норми добрив до $N_{45}P_{45}K_{45}$ спричинило подальше зниження олійності до 49,3 %, однак збір олії збільшився до 1,67 т/га, тобто на 0,32 т/га більше за контроль. Аналогічно, вміст білка дещо знизився порівняно з попереднім варіантом (до 12,8 %), проте абсолютний збір білка зріс до 0,43 т/га, що на 0,15 т/га більше контролю. Така закономірність підтверджує, що зі збільшенням врожайності навіть помірні коливання відсоткового вмісту не зменшують, а підвищують фактичну кількість накопичених органічних речовин.

Максимальна норма удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$ дала найвищі результати в частині абсолютного накопичення жиру й білка. Вміст олії у цьому варіанті хоча і зменшився до 48,1 %, однак збір олії зріс до 1,82 т/га, перевищуючи контроль на 0,47 т/га. Вміст білка був найвищим серед варіантів – 14,3 %, а збір білка досяг 0,54 т/га, що становить приріст 0,26 т/га до контролю. Такий ефект пов'язаний із максимальним забезпеченням рослин азотом, який активує синтез амінокислот і білків, а також із покращеною інтенсивністю фотосинтезу і наливу насіння, що забезпечує збільшення загальної маси врожаю.

Загальна закономірність полягає в тому, що зі зростанням норм азоту, фосфору та калію, олійність має тенденцію до поступового зниження, що пов'язано з посиленням білкового та структурного синтезу на тлі підвищеного азотного живлення. Водночас збір олії з гектара зростає, оскільки збільшується врожайність насіння. Щодо білка, простежується чітка позитивна реакція: як вміст, так і збір білка стабільно зростають зі збільшенням норми удобрення. Це узгоджується з відомими фізіолого-

біохімічними механізмами, згідно з якими підвищене азотне живлення стимулює інтенсивніший білковий метаболізм у рослині.

Таким чином, система удобрення не лише формує структуру врожаю, а й визначає якісні параметри продукції. Внесення мінеральних добрив під посіви соняшника гібриду Р63НЕ189 справляє чітко виражений позитивний вплив на формування якісних показників насіннєвої продукції. Збалансоване мінеральне живлення сприяє інтенсивнішому наливу насіння, що проявляється у збільшенні маси 1000 насінин та покращенні натури. Одночасно підвищується біохімічна цінність урожаю: навіть за певного зниження відсоткового вмісту олії у варіантах з вищими нормами добрив, фактичний збір олії з 1 га зростає завдяки збільшенню врожайності. Аналогічна тенденція характерна і для білка – посилення азотного живлення активізує білковий синтез, що зумовлює збільшення як вмісту, так і збору білка з одиниці площі.

Таким чином, застосування мінеральних добрив забезпечує комплексне покращення якісних характеристик насіння соняшника гібриду Р63НЕ189 та сприяє більш повній реалізації його продуктивного потенціалу.

3.5. Економічна і енергетична оцінка вирощування соняшника за різного рівня удобрення

Рівень економічної рентабельності є одним із ключових показників ефективності агротехнічних заходів у рослинництві, оскільки відображає співвідношення чистого прибутку до витрат на виробництво та дозволяє оцінити економічну доцільність застосування різних норм живлення. У проведеному досліді оцінювалась ефективність вирощування соняшника за різних норм мінерального удобрення, що дало змогу встановити залежність між рівнем внесених добрив, врожайністю та економічним результатом виробництва [58].

У контрольному варіанті, без добрив, урожайність склала 2,66 т/га, чистий прибуток становив 38 880 грн/га, а рівень рентабельності досягав

79,1 % (табл. 3.9). Це свідчить про відносно низьку економічну ефективність вирощування соняшника без внесення мінеральних добрив, оскільки витрати на виробництво не повністю забезпечували оптимальний прибуток.

Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ сприяло підвищенню урожайності до 3,09 т/га, що на 16,2 % більше порівняно з контролем, чистий прибуток зріс до 42 830 грн/га (+10,2 %), а рівень рентабельності підвищився до 114,1 %, що на 35 % перевищує показник контрольного варіанту. Це свідчить про високу ефективність помірного внесення мінеральних добрив, яке забезпечує не лише підвищення продуктивності рослин, а й суттєвий економічний ефект.

Збільшення норм добрив до рівня $N_{45}P_{45}K_{45}$ дало ще більший економічний результат: урожайність підвищилась до 3,38 т/га (+27,1 % від контролю), чистий прибуток до 48 390 грн/га (+24,5 %), а рентабельність досягла 122,5 % (+43,4 %). Це підтверджує, що оптимальне живлення рослин у фазі активного росту безпосередньо впливає на формування врожаю та збільшення економічної віддачі.

Максимальна норма добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ забезпечила найвищі показники: урожайність досягла 3,79 т/га, що на 42,5 % більше за контроль, чистий прибуток склав 56 543 грн/га (+45,5 %), а рівень рентабельності – 134,6 %, що на 55,5 % перевищує контрольний варіант. Такий результат свідчить про високу ефективність інтенсивного живлення соняшника, яке забезпечує максимальний економічний ефект, проте при цьому слід враховувати можливі екологічні та технологічні аспекти, пов'язані з внесенням великих норм добрив.

Таким чином, проведений аналіз демонструє чітку позитивну кореляцію між рівнем внесених мінеральних добрив та економічною ефективністю вирощування соняшника. Порівняння варіантів з контролем у відсотках дозволяє наочно оцінити, що навіть помірне підживлення підвищує рентабельність виробництва, а максимальні норми добрив забезпечують найбільший прибуток і економічну віддачу, що є важливим аргументом для

планування агротехнологічних заходів на промисловому рівні.

Енергетична оцінка вирощування соняшника за різних рівнів мінерального удобрення демонструє чітку тенденцію: із підвищенням норм добрив як урожайність, так і вихід енергії з продукції зростають пропорційно швидше, ніж витрати енергії на технологію.

Таблиця 3.9 – Економічна та енергетична ефективність внесення добрив

Показник	Варіанти дослідів			
	Контроль (без добрив)	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀
Урожайність, т/га	2,66	3,09	3,38	3,79
Вартість продукції грн./га	69 160	80 340	87 880	98 540
Виробничі затрати, грн./га	30 280	37 510	39 490	41 997
Собівартість грн./т	11 383	12 139	11 683	11 081
Чистий прибуток, грн./га	38 880	42 830	48 390	56 543
Рівень рентабельності, %	79,1	114,1	122,5	134,6
Енергоємність технології, МДж	109 644	143 231	164 846	186 462
Енергоємність урожаю, МДж	51 551	59 884	65 504	73 450
Коефіцієнт енергетичної ефективності	2,12	2,39	2,52	2,54

У контрольному варіанті без добрив урожайність становила лише 2,66 т/га, що забезпечило енергоємність урожаю 51 551 МДж за загальних енерговитрат 109 644 МДж. Це зумовило найнижчий коефіцієнт енергетичної ефективності – 2,12, який слугує базою для порівняння. Внесення помірної норми добрив N₃₀P₃₀K₃₀ підвищило врожайність до 3,09 т/га, а енергоємність урожаю – до 59 884 МДж (+16,2 %). Водночас енерговитрати технології збільшилися на 30,6 %, але приріст енергії врожаю випереджав витрати, що забезпечило підвищення коефіцієнта ефективності до 2,39. Це свідчить, що навіть мінімальне удобрення помітно покращує енергетичну віддачу.

Подальше нарощування норм добрив до N₄₅P₄₅K₄₅ сприяло ще

більшому зростанню продуктивності: урожайність збільшилася до 3,38 т/га, а енергоємність урожаю до 65 504 МДж. Попри підвищення витрат технології до 164 846 МДж, коефіцієнт енергетичної ефективності зріс до 2,52. Це свідчить, що середній рівень удобрення забезпечує найгармонійніше співвідношення між енерговитратами та енерговіддачею.

Максимальна доза добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ забезпечила найвищу урожайність – 3,79 т/га і найбільшу енергоємність урожаю – 73 450 МДж (+42,5 %). Енерговитрати технології також були максимальними (186 462 МДж), проте співвідношення між інвестиціями енергії та отриманою енергією залишилося високим – коефіцієнт енергетичної ефективності досяг 2,54. Порівняно з нормою $N_{45}P_{45}K_{45}$ приріст енерговіддачі був незначним (+0,02), що свідчить про зниження темпів окупності вкладеної енергії, але загальна ефективність все ще найвища.

Узагальнюючи, можна стверджувати, що застосування мінеральних добрив істотно підвищує енергетичну ефективність вирощування соняшника. Найбільшу економність використання енергії забезпечують середні та високі норми удобрення, при цьому варіант $N_{60}P_{60}K_{60}$ має найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності, а варіант $N_{45}P_{45}K_{45}$ – найраціональніше співвідношення між затратами та приростом енергії врожаю.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ ЗА НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

4.1. Стан охорони праці та цивільної оборони в ФГ «Штерн Агро»

У нинішніх умовах розвитку аграрного сектору широке застосування інтенсивних технологій, модернізованої техніки, а також посилення електрифікації й використання хімічних засобів призводить до появи нових ризиків для людей, зайнятих у виробництві. Такі фактори формують додаткове навантаження на організм працівників і можуть становити загрозу їхньому здоров'ю та безпеці. Тому особливого значення набуває забезпечення належних та безпечних умов праці на підприємствах [3].

Стан охорони праці та цивільної оборони у ФГ «Штерн Агро» забезпечує організовану систему заходів для підтримання безпечних умов роботи та мінімізації ризиків для персоналу. Господарство дотримується всіх нормативних вимог щодо організації робочих місць, експлуатації сільськогосподарської техніки та обладнання, а також використовує сучасні засоби індивідуального захисту.

Особлива увага приділяється контролю за санітарно-гігієнічним станом під час проведення агровиробничих робіт, таких як обробка ґрунту, посів, внесення добрив і пестицидів, з метою захисту здоров'я працівників від шкідливих факторів виробничого середовища. Працівники господарства проходять регулярні навчання та інструктажі з питань охорони праці, пожежної безпеки та дій у надзвичайних ситуаціях. Проводяться тренування з евакуації та практичні заняття щодо використання вогнегасників та аптечок першої медичної допомоги.

Система цивільної оборони у ФГ «Штерн Агро» передбачає наявність детальних планів дій у разі надзвичайних ситуацій, сигналізації та контроль за виконанням заходів безпеки на всіх ділянках господарства. Це дозволяє швидко реагувати на потенційні загрози, зменшувати ймовірність

травматизму та забезпечувати стабільність виробничого процесу навіть за умов надзвичайних ситуацій.

4.2. Покращення гігієни праці, техніки безпеки і пожежної безпеки за вирощування соняшника в умовах господарства

Під час вирощування соняшника працівники стикаються з низкою виробничих факторів, що вимагають підвищеної уваги до гігієни праці, техніки безпеки та пожежної безпеки. На початкових етапах вирощування, коли проводять підготовку ґрунту та посів, основні ризики пов'язані з роботою на важкій сільськогосподарській техніці. Трактористи та механізатори повинні мати належний рівень підготовки, дотримуватися правил посадки та сходу з трактора, контролювати технічний стан машин, перевіряти гальмівну систему, освітлення, гідравліку та правильність зчеплення агрегатів. Важливо уникати роботи на схилах із перевантаженою технікою, щоб запобігти перекиданню. Працівники мають перебувати у спеціальному одязі – комбінезоні, рукавицях, взутті з протиковзкою підошвою, а також користуватися захисними окулярами під час роботи біля рухомих деталей.

Суттєву увагу приділяють гігієні праці при роботі з пестицидами – протруйниками, мінеральними добривами та засобами захисту рослин, адже саме контакт із хімічними речовинами створює найбільше ризиків для здоров'я [30]. Приготування робочих розчинів дозволено проводити тільки у вентильованих місцях, використовуючи респіратори, хімічно стійкі рукавиці та окуляри. Заправляти обприскувач слід на майданчику з твердим покриттям, щоб уникнути просочування робочого розчину у ґрунт. Крім того, заборонено зливати залишки препаратів у кювети, водойми або на польові дороги – після роботи їх нейтралізують та здають у визначені місця утилізації. Під час внесення ЗЗР працівники не повинні перебувати проти вітру, а після завершення робіт необхідно ретельно промивати руки та

обличчя, перевдягатися та приймати душ, щоб уникнути кумулятивного впливу хімікатів.

Пожежна безпека набуває особливого значення у другій половині вегетації та під час збирання врожаю. Суха стеблова маса соняшника швидко загоряється, тому комбайни та трактори повинні бути оснащені іскрогасниками, а їх моторні відсіки – регулярно очищуватися від пилу та сміття.

Забороняється зберігати пально-мастильні матеріали у непристосованих місцях, а склади для насіння й препаратів мають бути обладнані вентиляцією, вогнегасниками, піском та протипожежними щитами. У місцях стоянки техніки заборонено розпалювати вогнища або палити. Механізатор повинен мати при собі первинні засоби пожежогасіння та знати порядок дій у разі займання – зупинити двигун, відключити живлення та застосувати вогнегасник у напрямку поширення полум'я.

Немаловажним аспектом є організація умов праці в полі: забезпечення працівників питною водою, тіньовими навісами для відпочинку, аптечками, засобами зв'язку та чіткими інструкціями дій у разі погіршення самопочуття або травмування.

Роботу за екстремальних умов – спеки, буревію чи грози слід негайно припиняти. Захист від сонячного проміння, теплових ударів та надмірного фізичного навантаження – це також частина гігієни праці, що напряму впливає на продуктивність і безпеку робітників.

Загалом дотримання вимог гігієни праці, техніки безпеки та пожежної безпеки у процесі вирощування соняшника є основою стабільного, безаварійного та ефективного агровиробництва.

Кожний етап технології має свої ризики, і завдання господарства – мінімізувати їх через навчання персоналу, правильну організацію процесів, наявність необхідних засобів захисту та постійний контроль за станом техніки й умовами роботи.

4.3. Захист населення у надзвичайних ситуаціях

Охорона цивільної, екологічної та техногенної безпеки територій є ключовою складовою державної політики кожної країни. Для її гарантування необхідно підтримувати стабільний і безпечний стан природних та техногенних об'єктів, а також завчасно запобігати виникненню подій, здатних перерости в надзвичайні ситуації техногенного походження. В Україні, у зв'язку з триваючими бойовими діями, сформувався широкий спектр загроз, що призводять до складних надзвичайних ситуацій. Такі явища часто спричиняють пошкодження екосистем, погіршення умов проживання людей і створюють додаткові ризики для їх здоров'я [13].

Вчасний моніторинг небезпечних процесів і прогнозування їх розвитку дозволяють суттєво зменшити масштаби можливих збитків та пом'якшити негативні наслідки. Велика кількість потенційних джерел надзвичайних ситуацій зумовлює потребу в сучасних, надійних методах прогнозування, які мають передбачати оцінку ймовірності події, визначення її місця й часу, а також аналіз можливих шляхів і масштабів поширення [20].

Оцінка територій щодо ризиків виникнення надзвичайних ситуацій базується на дослідженні просторового розташування небезпечних об'єктів і аналізі їх технічного стану. Оперативні прогнози дозволяють отримати дані для швидкого ухвалення рішень щодо захисту людей та зменшення впливу потенційних уражаючих факторів. Короткострокові прогнози ґрунтуються на інтеграції даних моніторингу та інших аналітичних методів, що забезпечує своєчасне реагування.

У фермерському господарстві «Штерн Агро» система реагування на надзвичайні ситуації формується на основі комплексного підходу, який включає взаємопов'язані організаційні заходи та практичні дії для запобігання ризикам і мінімізації їх можливих наслідків.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1. Стан ґрунтів та ефективне використання земельних ресурсів у ФГ «Штерн Агро»

Сьогодні питання раціонального відновлення та збереження родючості ґрунтів набуває особливої ваги. Це зумовлено активним науково-технічним розвитком та значним посиленням хімічного навантаження на аграрний сектор. Унаслідок цього фіксується поступова деградація основних природних характеристик ґрунтового покриву [5].

Стан ґрунтів та ефективне використання земельних ресурсів у ФГ «Штерн Агро» визначаються поєднанням природних особливостей регіону та сучасних агротехнологічних підходів, які впроваджує господарство. Територія, на якій розташоване господарство, характеризується переважанням родючих чорноземів опідзолених, що при правильному обробітку здатні забезпечувати стабільну продуктивність сільськогосподарських культур. Проте, як і в більшості господарств Передкарпаття, для цих ґрунтів властиві певні проблеми: погіршення структури, ризику кислотності, періодична ерозійна вразливість на схилах, а також нерівномірне забезпечення поживними елементами. Усвідомлюючи ці особливості, господарство приділяє значну увагу моніторингу та відновленню природної родючості.

У ФГ «Штерн Агро» регулярно проводяться агрохімічні обстеження, що дає змогу оцінювати вміст гумусу, забезпечення макро- та мікроелементами, кислотно-лужний баланс та фізичні властивості ґрунту. На основі цих даних формується система удобрення, орієнтована на потреби конкретних полів. Перевага надається локальному внесенню добрив і використанню органічних компонентів, що сприяє підвищенню біологічної активності ґрунту. Важливою складовою є контроль кислотності: на ділянках

із проявами підкислення проводиться вапнування для відновлення оптимального рН та підвищення доступності елементів живлення.

Система обробітку ґрунту в господарстві зорієнтована на мінімізацію деградаційних процесів. Залежно від умов поля застосовуються мінімальний або комбінований обробіток, які дозволяють зберегти вологу, покращити аерацію орного шару та зменшити руйнування структури ґрунту. На схилах та ерозійно небезпечних ділянках використовується обробіток упоперек схилу, висівання багаторічних трав та сидеральних культур, що допомагає зміцнювати ґрунтовий покрив і зменшує ризики змиву. Післязбирні рештки максимально повертаються в ґрунт, виконуючи функцію природного мульчування та джерела органічної речовини.

Раціональне використання земельних ресурсів у ФГ «Штерн Агро» включає продуману структуру посівних площ та науково обґрунтовану сівозміну. Зміна культур проводиться так, щоб зменшити накопичення хвороб і шкідників, забезпечити різнопланове навантаження на ґрунт та збалансувати використання поживних речовин.

У підсумку комплекс заходів, які застосовує господарство, забезпечує збереження та підвищення родючості ґрунтів, ефективне використання земельних ресурсів і формування екологічно стійкої системи землеробства. Завдяки цьому господарство досягає високої продуктивності, водночас мінімізуючи негативний вплив на довкілля та забезпечуючи довгострокову стабільність агроландшафтів.

5.2. Водні ресурси та їх охорона

Вода належить до ключових природних ресурсів, від яких залежить функціонування та розвиток багатьох секторів економіки. Проте нині, на тлі зростання загального водокористування, простежується стале скорочення запасів прісної води та посилення її забруднення різноманітними техногенними стоками. Такі процеси руйнують екологічну рівновагу та послаблюють здатність природних систем до самовідновлення. Нестача

якісної прісної води перетворилася на глобальний виклик, що спонукає науковців шукати дієві шляхи його подолання [26].

У фермерському господарстві «Штерн Агро» охорона водних ресурсів є одним із пріоритетних напрямів екологічно відповідального ведення агровиробництва. Воду розглядають не лише як ресурс для поливу чи технологічних потреб, а як ключовий елемент природного балансу, який потребує раціонального й обережного використання. Саме тому в господарстві впроваджено низку заходів, спрямованих на зниження втрат води, запобігання забрудненню та підтримання стабільного водного режиму земель.

Важливе місце посідає захист водних об'єктів від агрохімічного забруднення. Під час внесення добрив і засобів захисту рослин суворо дотримуються санітарно-захисних зон уздовж річок, струмків, ставків і меліоративних каналів. На полях організовують буферні смуги із багаторічних трав, які здатні затримувати поверхневі стоки, зменшувати надходження нітратів і пестицидів у воду та сприяти природному самоочищенню. Усі обприскувальні роботи проводяться лише за відсутності ризику змиву – без опадів і сильного вітру, що виключає потрапляння робочих розчинів у водні системи. Для запобігання деградації ґрунтів та втраті вологи у господарстві дотримуються протиерозійних заходів: здійснюють обробіток уздовж горизонталей, зберігають захисні лісосмуги, висівають сидерати та підтримують правильну структуру сівозмін. Це знижує поверхневий стік і забезпечує краще вбирання опадів, що позитивно впливає на підземні води та запаси вологи в орному шарі.

Окрему увагу приділяють стану штучних водойм – регулярно очищують їх від замулення та рослинних залишків, запобігають неконтрольованому розростанню небажаної рослинності. Завдяки впровадженню комплексних природоохоронних заходів, у господарстві формують водозберігаючу систему землеробства, яка поєднує продуктивність і відповідальне ставлення до довкілля. Раціональне

використання й охорона водних ресурсів дозволяє стабільно отримувати високі врожаї, зменшувати ризики деградації території та підтримувати екологічну рівновагу на всій площі господарства.

5.3. Охорона атмосферного повітря

Антропогенне навантаження є головною причиною погіршення якості атмосферного повітря, і аграрний сектор також робить свій внесок у цей процес. Хоча масштаби викидів від сільського господарства значно менші, ніж від промисловості чи транспорту, його частка становить орієнтовно до 10 % від загального рівня забруднення. Найчастіше це проявляється у формі пилових викидів та надходження в повітря залишків хімічних засобів, що застосовуються у виробництві [31].

Охорона атмосферного повітря є одним із ключових напрямів екологічно відповідального ведення агровиробництва. У господарстві «Штерн Агро» приділяють особливу увагу мінімізації викидів забруднюючих речовин та скороченню впливу виробничих процесів на локальний повітряний басейн.

Важливою складовою екологічної політики господарства є раціональне використання моторного пального та підтримання техніки у справному стані. Регулярне технічне обслуговування тракторів, комбайнів і вантажного транспорту дозволяє уникати надмірних викидів вихлопних газів, а застосування сучасних двигунів з покращеними екологічними характеристиками сприяє зменшенню концентрації оксидів азоту, чадного газу та інших шкідливих компонентів.

У господарстві впроваджено заходи щодо зниження аміачних випаровувань при внесенні добрив. Для цього використовують локальне та інжекторне внесення, що дозволяє уникнути надмірних втрат азоту в повітря та забезпечує кращу ефективність удобрення. З тією ж метою дотримуються оптимальних строків внесення і працюють лише за сприятливих погодних умов – за слабкого вітру та помірної температури.

Особлива увага приділяється контролю за застосуванням засобів захисту рослин. Обприскування проводиться у вечірній або ранковий час, коли відсутні пориви вітру, що запобігає знесенню робочих розчинів за межі поля. Використовують форсунки зі зниженим дрейфом та сучасні обприскувачі, обладнані системами точного дозування. Усі роботи здійснюються за суворим дотриманням екологічних норм, що гарантує мінімальний вплив на повітряний простір і безпеку для населення та довкілля. Завдяки поєднанню технологічних, організаційних та екологічно орієнтованих заходів господарство формує систему агровиробництва, в якій охорона атмосферного повітря є невід'ємною частиною загальної стратегії сталого розвитку. Такий підхід не лише зменшує негативний вплив на довкілля, а й підвищує енергоефективність, знижує виробничі витрати та сприяє екологічній репутації господарства.

5.4. Стан охорони і примноження флори і фауни

Негативний вплив аграрної діяльності на рослинний і тваринний світ пов'язаний насамперед із застосуванням мінеральних добрив та засобів захисту рослин. У їхньому складі можуть міститися сполуки, небезпечні для живих організмів. Найбільшу загрозу становлять важкі метали, радіонукліди та інші токсичні елементи, які здатні накопичуватися у трофічних ланцюгах і спричиняти різноманітні патології у тварин [21].

У сучасних умовах інтенсифікації агровиробництва особливо важливо мінімізувати вплив на природні компоненти, адже саме біорізноманіття підтримує стійкість агроєкосистем, покращує ґрунтову родючість і забезпечує природний контроль шкідників. Раціональне управління земельними ресурсами передбачає збереження полезахисних лісосмуг, луків та інших природних біотопів, що слугують середовищем існування для корисних комах, птахів і дрібних тварин. Паралельно у господарстві впроваджують елементи екологічно ощадних технологій – мінімальний або

нульовий обробіток ґрунту, локальне внесення добрив, використання сидератів, що сприяє розвитку ґрунтової біоти та зменшує ерозійні процеси.

Особливу роль приділяють інтегрованому захисту рослин, який базується на поєднанні біологічних, агротехнічних і хімічних методів. Пріоритет надається біопрепаратам і корисним ентомофагам, що знижують тиск шкідників без знищення природних популяцій запилювачів та хижих комах. Контрольоване застосування пестицидів – суворо за регламентами, у вечірні години та за мінімально ефективних норм, що дає змогу уникнути токсичного впливу на дикі види та зменшити ризики накопичення залишків у навколишньому середовищі.

Для примноження флори й фауни ефективними є заходи з відновлення природної рослинності, зокрема висівання трав'яних сумішей на деградованих ділянках, збереження природних водойм. Такі елементи формують екологічну мережу, яка підвищує стійкість фермерського агроландшафту до кліматичних коливань та біотичних загроз. Крім того, ґрунтове різноманіття підтримується через раціональні сівозміни з включенням бобових культур, що збагачують ґрунт органічною речовиною та стимулюють активність корисних мікроорганізмів.

У результаті комплексне впровадження екологічно виважених практик дає можливість даному фермерському господарству не лише отримувати стабільний урожай, а й формувати збалансовану, багатофункціональну агроєкосистему. Збереження та примноження флори і фауни стає важливим компонентом довгострокової стратегії розвитку господарства, адже біорізноманіття – це джерело екологічної стійкості, економічної вигоди та підвищення якості сільськогосподарських ландшафтів.

ВИСНОВКИ

Оптимізовано систему удобрення соняшника на чорноземі опідзоленому в умовах Івано-Франківської області. На основі досліджень зроблено висновки:

1. Максимальна норма добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ забезпечила найефективніше покращення поживного режиму ґрунту: перед збиранням урожаю вміст азоту зріс до 121 мг/кг (+9 %), рухомого фосфору до 119 мг/кг (+17,8 %), тоді як обмінний калій залишився на рівні 103 мг/кг, що вказує на збалансоване використання макроелементів і стабільний агрохімічний стан ґрунту.

2. Найвищі показники польової схожості відмічено за норми добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 93,5 % у 2024 р. та 91,3 % у 2025 р. (середній приріст +12,1 %), хоча різниця порівняно з $N_{45}P_{45}K_{45}$ була менш вираженою, що свідчить про ефект насичення. Збереженість рослин також була максимальною і становила 95,4 % (+7,6 % до контролю). У цьому ж варіанті спостерігали найбільшу площу листової поверхні – 43,5 тис. м²/га (+55,9 %), а висота рослин досягала 180,9 см (+8,1 %), що підтверджує інтенсивні фізіолого-біохімічні процеси за оптимального живлення.

3. Структурні показники врожаю також зростали пропорційно нормі добрив: діаметр кошика збільшився від 19,7 см на контролі до 24,1 см (+22,3 %) за норми добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$; кількість насінин зросла від 1474 до 1863 шт. (+26,4 %); маса насіння від 53,5 до 70,6 г (+32,0 %). Урожайність досягла 3,72 т/га, що становить приріст 1,15 т/га або 43,6 % відносно контролю, демонструючи максимальну реалізацію продуктивного потенціалу.

4. За максимальної норми удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$ зафіксовано і найвищі показники якості насіння: маса 1000 насінин становила 40,1 г (+10,8 % до контролю), натура – 419,1 г/л (+11,9 %). Незважаючи на деяке зниження вмісту олії до 48,1 %, її збір зріс до 1,82 т/га (+0,47 т/га), а вміст білка досяг 14,3 % із сумарним збором 0,54 т/га (+0,26 т/га), що пов'язано з посиленими процесами синтезу амінокислот і покращеним фотосинтезом.

5. Максимальна норма добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ забезпечила найкращі економічні результати: чистий прибуток становив 56 543 грн/га (+45,5 %), а рівень рентабельності досяг 134,6 %, що перевищує контроль на 55,5 %. Найвищу ефективність використання енергії демонструють середні та високі норми удобрення: варіант $N_{60}P_{60}K_{60}$ характеризується максимальним коефіцієнтом енергетичної ефективності, тоді як варіант $N_{45}P_{45}K_{45}$ забезпечує найоптимальніший баланс між енерговитратами й приростом енергії врожаю.

На основі досліджень **розроблено рекомендації виробництву:**

На чорноземі опідзоленому Івано-Франківської області для підвищення агрохімічних показників ґрунту, оптимальної схожості й збереженості рослин, інтенсивного росту та розвитку соняшника гібриду Р63НЕ189, формування більш продуктивного кошика, максимального накопичення насіння та найвищих показників урожайності й якості соняшника, що загалом гарантує стабільне та економічно вигідне вирощування культури. рекомендуємо проводити удобрення мінеральними добривами у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Балюк С. А., Лазебна М. Є. Перелік основних нормативних документів у галузі ґрунтознавства, агрохімії та охорони ґрунтів (актуалізований станом на 27.04.2009). Харків, 2009. 37 с.
2. Баранський Д. В., Гнатів П. С., Іванюк В. Я., Гаськевич О. В. Вплив удобрення соняшника на динаміку елементів живлення у ґрунті та рослинах в умовах Західного Лісостепу. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2025. Вип. 77, № 2. С. 15-30.
[https://doi.org/10.32636/01308521.2025-\(77\)-2-2](https://doi.org/10.32636/01308521.2025-(77)-2-2)
3. Васійчук В. О., Гончарук В. Є., Качан С. І., Мохняк С. М. Основи цивільного захисту: навч. посібник. Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка». 2010. 417 с.
4. Гангур В. В., Космінський О. О., Лень О. І., Тоцький В. М. Вплив удобрення на продуктивність соняшника та якість насіння. *Scientific Progress & Innovations*. 2022. Т. 2. № 2. С. 50-56.
<https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.05>
5. Дегтярьов В. В., Крохін С. В., Дегтярьов Ю. В., Гавва Д. В. Охорона ґрунтів : навч. посіб. Харків, 2023. 276 с.
6. Домарацький Є. О., Добровольський А. В., Базалій В. В., Пічура В. І., Домарацький О. О. Соняшник: екологічні шляхи оптимізації його живлення: монографія. Херсон: Олді-плюс, 2020. 160 с.
7. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костогриз П. В., Опришко В. П. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К»», 2014. 332 с.
8. Інститут олійних культур НААН. Наукові звіти за 2021-2024 рр. Запоріжжя: ІОК НААН, 2024.
9. Інститут олійних культур НААН. Наукові рекомендації з технології вирощування соняшника. Запоріжжя: ІОК НААН, 2023. 48 с.
10. Інтенсивна технологія вирощування соняшника [Електронний ресурс]. Агробізнес сьогодні. Доступно: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia->

sohodni/item/19400-intensyvna-tekhnohiiia-vyroshchuvannia-soniashnyku.html

(Дата звернення: 03.12.2025)

11. Камінський В. Ф., Гангур В. В. Винос поживних речовин сільськогосподарськими культурами різноротаційних сівозмін лівобережного Лісостепу. *Збірник наукових праць Наукового центру «Інститут землеробства НААН»*. 2018. Вип. 3. С. 3-10.

12. Козечко В. І., Іванченко О. М. Ефективність застосування мікродобрив в посівах соняшника. *Таврійський науковий вісник*. 2024. № 136, Ч. 1. С. 192-201. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.23>

13. Левченко О. Г., Полукаров О. І., Зацарний В. В., Полукаров Ю. О., Землянська О. В. Охорона праці та цивільний захист. Київ: КПП ім. Ігоря Сікорського, 2019. 408 с.

14. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Фізіологічна роль елементів живлення та система удобрення польових культур. Львів, 2021. 280 с.

15. Лябах С. В. Вплив способу обробітку ґрунту та системи удобрення на врожайність соняшника (*Helianthus L.*) за вирощування в умовах Центрального Полісся України. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 4. С. 130-135. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2022.273259>

16. Мазур В. А., Дідур І. М., Циганський В. І., Маламура С. В. Формування продуктивності гібридів соняшника залежно від рівня удобрення та умов зволоження. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 19. С. 208-220.

17. Мащенко Ю. В., Кернасюк Ю. В., Сергієнко О. Д. та ін. Дослідження фрикційних властивостей поверхні насіння соняшника. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2024. № 36. С. 117-124. DOI: 10.36710/ІОС-2024-36-10

18. Мащенко Ю. В., Кернасюк Ю. В., Сергієнко О. Д., Ткач А. Ф. Вплив систем удобрення та біопрепарату на економічну ефективність вирощування соняшника. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2024. № 36. С. 117-124. DOI: 10.36710/ІОС-2024-36-10

19. Метеорологічна платформа Метеопост [Електронний ресурс].
Доступно: <https://meteopost.com/weather/climate/> (Дата звернення: 01.12.2025)
20. Міхеєв Ю. В., Праховнік Н. А., Землянська О. В. Цивільний захист: навч. посіб. Київ : Основа, 2014. 186 с.
21. Мулик Т. О. Оцінка впливу сільського господарства на довкілля: регіональний аспект. *Modern Economics*. 2020. № 19. С. 135-142. Доступно: <https://surl.lt/uuwihu> (Дата звернення: 02.12.2025)
22. Наконечний Ю. І. Практикум з ґрунтознавства і географії ґрунтів: навчальний посібник. Львів: Львівський нац. ун-т ім. І. Франка, 2013. 373 с.
23. Особливості технології вирощування соняшника [Електронний ресурс]. LNZ Group. Доступно: <https://www.lnz.com.ua/news/osoblivosti-tehnologii-virosuvanna-sonasniku> (Дата звернення: 03.12.2025)
24. Паламарчук В., Кричковський В. Продуктивність гібридів соняшника залежно від позакоренових підживлень. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2025.78(1). С. 98-111. [https://doi.org/10.32636/01308521.2025-\(78\)-1-9](https://doi.org/10.32636/01308521.2025-(78)-1-9)
25. Папіш І. Чорноземи на лесових породах Західноукраїнського краю: монографія. Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2022. 326 с.
26. Патика В. П., Макаренко В. М. та ін. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів. Київ: Основа, 2005. 300 с.
27. Пелех Л. В., Онуфрійчук О. М. Мінеральне живлення соняшника в агроекологічному контексті. *Аграрні інновації*. 2024. № 25. С. 43-49. DOI: 10.32848/agrar.innov.2024.25.7. (Дата звернення: 02.12.2025)
28. Поліщук І. С., Поліщук М. І. Ефективність застосування препарату Ростмомент на посівах соняшника в умовах Лісостепу правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. Вінниця: ВНАУ. 2020. № 18. С. 17-28
29. Правила живлення соняшника [Електронний ресурс]. Журнал Агроном. – 2022. Доступно: <https://surl.li/vognna> (Дата звернення: 01.12.2025)
30. Сакун М. М., Нагорнюк В. Ф. Охорона праці при вирощуванні сільськогосподарських культур: навчальний посібник. Одеса, 2009. 187 с.

31. Супутниковий агроекологічний моніторинг: підручник, за ред. академіка НААН О. Дребот. Київ: Аграрна наука, 2023. 222 с. Тараріко О., Ільєнко Т., Кучма Т. Київ: Аграрна наука, 2023. 222 с.

32. Ткачук О. П., Бондарук Н. В. Поширення хвороб у посівах соняшника залежно від удобрення. *Аграрні інновації*. 2024. № 23. С. 36-51. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.24.20>

33. Ткачук О. П., Бондарук Н. В. Фактори інтенсифікації та екологізації вирощування соняшника. *Аграрні інновації: Меліорація, Землеробство, Рослинництво*. 2023. № 18. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.17>

34. Тоцький В. М., Гангур В. В., Поляков І. А. Урожайність та якість насіння гібридів соняшника (*Helianthus annuus* L.) залежно від системи удобрення. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. Т. 27, № 3. С. 5-11. <https://doi.org/10.31210/spi2024.27.03.01>

35. Тоцький В. М., Лень О. І. Вплив макро- і мікродобрив на біометричні, продуктивні та якісні показники гібридів соняшника. *Рослинництво, Насінництво і Насіннєзнавство*. 2021. № 19. С. 161-169. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2021.237160>

36. Турак Р. О. Продуктивність соняшника залежно від різних систем удобрення в умовах Західного регіону України. *Український журнал природничих наук*. 2025. № 12. С. 240–247. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.12.2025.24>

37. УАПГ. Система удобрення соняшника [Електронний ресурс]. Доступно: <https://uapg.ua/blog/sistema-udobrennya-sonyashniku/> (Дата звернення: 02.12.2025)

38. Формування продуктивності соняшника залежно від елементів технології [Електронний ресурс]. *Agronom*. Доступно: <https://www.agronom.com.ua/formuvannya-produktyvnosti-sonyashnyku-zalezno-vid-elementiv-tehnologiyi/> (Дата звернення: 03.12.2025)

39. Характеристика гібриду Р63НЕ189 [Електронний ресурс]. Pioneer. Corteva Agriscience. Доступно: <https://www.corteva.com.ua/products-and->

[solutions/pioneer-products/sunflower/P63HE189.html](https://solutions.pioneer-products/sunflower/P63HE189.html)

(Дата звернення:

03.12.2025)

40. Цехмейструк М. Г. Ефективність застосування системи удобрення при вирощуванні сучасних гібридів соняшника. *Селекція і насінництво*. 2018. № 95. DOI: 10.30835/2413-7510.2008.84819.

41. Юник А., Трифонов І. Рекомендації з унесення добрив на підставі практичного досвіду [Електронний ресурс]. *Agro-Business*. 2020. Доступно: <https://surl.lt/uuwihu> (Дата звернення: 01.12.2025)

42. Yara Україна. Живлення соняшника [Електронний ресурс]. Доступно: <https://www.yara.ua/crop-nutrition/sunflower/sunflower-nutrition/> (Дата звернення: 03.12.2025)

43. Çelik A. Sunflower growth response to fertilizer systems. *Plant Production Science*. 2023. Vol. 26, No. 3. P. 215-224.

44. Debaeke P., Bret-Mestries E., Aubertot J.-N., Casadebaig P., Champolivier L., Dejoux J.-F., Maury P., Seassau C. Sunflower agronomy: 10 years of research in partnership within the “Sunflower” Technological Joint Unit (UMT) in Toulouse. *OCL*. 2020. 27:14.

45. Domaratskiy E. O., Bazaliy V. V., Domaratskiy O. O., Dobrovolskiy A. V., Kyrychenko N. V., Kozlova O. P. Influence of mineral nutrition and combined growth regulating chemical on nutrient status of sunflower. *Indian Journal of Ecology*. 2018. Vol. 45, No. 1. P. 126-129.

46. FAO. Crop Water Productivity Report 2020–2023. Rome : FAO, 2023. 98 p.

47. Gamajunova V., Kudrina V. Formation of sunflower productivity under the influence of foliar top dressing by modern biopreparations in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Agrology*. 2020. 3 (4). P. 225–231. <https://doi.org/10.32819/0200276>.

48. Gangadhar Vasu, Brar Bs. Response of phosphorous and growth regulators on oil seed crops: A review. *International Journal of Chemical Studies*. 2010. Vol. 8. P. 2010-2016.

49. Gisele Lopes dos Santos, Allysson Pereira dos Santos, Manoel Galdino dos Santos, Hamurábi Anizio Lins, Almir Rogerio Evangelista de Souza, Francilene de Lima Tartaglia, Lindomar Maria da Silveira, Aurélio Paes Barros Júnior. Nutritional efficiency in sunflower cultivars under dosages of potassium in semiarid region. *Bioscience Journal*. 2023. Vol. 39. P. e39044.

50. Hanhur V. V., Kosminskyi O. O., Mishchenko O. V. Influence of mineral fertilizers on the content of nutrients in the soil and the yield of sunflower hybrids of different maturity groups . *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*. 2021. № 1. P. 116-121. DOI: 10.31210/visnyk2021.01.13

51. Hanhur V., Kosminskyi O. Formation of the photosynthetic-active surface of sunflower hybrid plants depending on fertilizer standards // *Scientific Progress & Innovations*. 2023. Vol. 26, No. 2. P. 5–9. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.02.0>

52. Jarecki W. Effect of Varying Nitrogen and Micronutrient Fertilization on Yield Quantity and Quality of Sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Achenes. Agronomy*. 2022. Vol. 12, No. 10. P. 2352. <https://doi.org/10.3390/agronomy12102352>

53. Lazeba O. V. Pozakoreneve pidzhyvlennia kompleksnymi mikrodobryvamy yak zasib pidvyshchennia vrozhaiu hibrydiv soniashnyku (*Helianthus Annuus* L.) v umovakh livoberezhnoi chastyny Lisostepu Ukrainy. *Zroshuvane Zemlerobstvo: Mizhvidomchyi Tematychnyi Naukovyi Zbirnyk*. 2019. 71. P 82–86

54. Mengel K., Kirkby E. A. Principles of Plant Nutrition. 6th ed. Dordrecht: Springer, 2019. 849 p.

55. Polyakov O. I., Shcherbak A. D. Productivity of sunflower under the influence of mineral fertilizers and growth regulators. *Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Oilseed Crops NAAS*. 2022. Vol. 33. P. 111-122. <https://doi.org/10.36710/ioc-2022-33>

56. Rengel Z. Micronutrient functions in higher plants. *Annual Review of Plant Biology*. 2015. Vol. 66. P. 289-312.

57. Sydiakina O. V., Pavlenko S. H. Efficiency of application of microelements in the nutritional system of sunflower plants (literature review). *Taurian Scientific*

Herald. 2021. № 118. P. 152-158. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.118.194>

58. Hernánz J.L., Girón V.S., Cerisola C. Long-term energy use and economic evaluation of three tillage systems for cereal and legume production in central Spain. *Soil and Tillage Research*. 2019. № 35 (4). P. 183–198.

59. Jaroszewska A., Sobolewska M., Podsiadło C., Stankowski S. The effect of fertilization and effective microorganisms on buckwheat and millet. *Acta Agrophysica*. 2019. Vol. 26(3). P. 15–28. DOI: <https://doi.org/10.31545/aagr/114016>.

60. Zehra Ekin. Performance of phosphate solubilizing bacteria for improving growth and yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in the presence of phosphorus fertilizer. *African Journal of Biotechnology*. 2010. № 9(25). P. 3794-3800. <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/82497>

61. Zwetsloot MJ, van Leeuwen J., Hemerik L et al. Soil multifunctionality: Synergies and trade-offs across European climatic zones and land uses. *European Journal of Soil Science*. 2021. № 72. P. 1640-1654. <https://doi.org/10.1111/ejss.13051>

62. Zymarioieva A., Zhukov O., Fedoniuk T. et al. Edaphoclimatic factors determining sunflower yields spatiotemporal dynamics in northern Ukraine. *OCL - Oilseeds and fats, Crops and Lipids*. 2021. № 28. P. 26-38. <https://doi.org/10.1051/ocl/2021013>

ДОДАТКИ

Додаток А

Технологічна карта вирощування соняшника

Планова урожайність 3,76 т/га

Технологічна операція	Склад агрегату		Агротехнічні вимоги	Розхід ресурсів: пального, добрив, ЗЗР
	марка трактора	марка с.-г. машини		
Лущення стерні	New Holland 7T	Lemken Heliodor 6D	Підрізання стерні, замішування її із ґрунтом, провокація проростання бур'янів	Пальне 10л
Лущення стерні	New Holland 7T	Lemken Heliodor 6D	Додаткове перемішування решток та боротьба з бур'янами	Пальне 10л
Внесення добрив	John Deere 6R	Exanta HL	Внесення фосфорних та калійних добрив	Добрива(калій хлористий та суперфосфат подвійний) Пальне 10л
Оранка	Fendt Vario 939	Gaspardo Master 7+1	Оборот верхнього пласту ґрунту, загортання рештків т розпушення ґрунту.	Пальне 30л
Боронування	New Holland 7T	БШ-12,5	Закриття вологи, підрізання пророслих бур'янів.	Пальне 10л
Внесення добрив	John Deere 6R	Exanta HL	Внесення добрив	Добрива(аміачна селітра) Пальне 10л
Культивація	Fendt Vario 939	Bednar Swifter	Розпушення ґрунту на глибину загортання насіння, передпосівна культивування.	Пальне 15л
Сівба	New Holland 7T	Vaderstad Tempo 6V	Рівномірний розподіл насіння, дотримання глибини та норми висіву із одночасним внесенням добрив.	Насіння 70 тис н./га Пальне 10л
Внесення досходового гербіциду	John Deere 3740	-	Рівномірний вилив рідини, та розподіл по площі рослини	Гербіцид – Прім Екстра Голд (3 л/га) Пальне 5л
Внесення гербіциду	John Deere 3740	-	Рівномірний вилив рідини, та розподіл по площі рослини	Гербіцид – Експрес (40 г/га) Пальне 5л
Дворазове внесення фунгіциду та інсектициду	John Deere 3740	-	Рівномірний вилив рідини, та розподіл по площі рослини	Фунгіцид- Піктор 0,5л/га Інсектицид – Нокаут 0,1 л/га Пальне 5л
Збирання врожаю	New Holland CR8.90	Feelday 6m	Обмолот кошиків, подрібнення решток.	Пальне 10л

Додаток Б.1

Статистичне опрацювання результатів досліджень урожаю зерна
соняшника гібриду Р63НЕ189 за 2024 р

Однофакторний дисперсійний аналіз

Одиниця вимірювання даних – т/га

Варіантів – 4, повторностей – 3

Варіанти	Повторність			Середні	
	1	2	3		
1	2,48	2,62	2,55	2,55	
2	3,05	3,10	3,00	3,05	
3	3,18	3,25	3,32	3,25	
4	3,72	3,68	3,76	3,72	
Загальна сума				3,14	
Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Fф	F05
Загальна	2,14	11	--	--	--
Варіантів	2,11	3	0,7	202,78	4,07
Залишок (помилки)	0,03	8	0	--	--
Критерій суттєвості				202,78	
Критерій F на 5%-му рівні значимості				4,07	
Помилка дослідіду				0,03	
Помилка різниці середніх				0,05	
Відносна помилка різниці середніх (%)				1,53	
Коефіцієнт варіації				1,88	
НІР абсолютне				0,11	
НІР відносне (%)				3,53	

Додаток Б.2

**Статистичне опрацювання результатів досліджень урожаю зерна
соняшника гібриду Р63НЕ189 за 2025 р**

Однофакторний дисперсійний аналіз

Одиниця вимірювання даних – т/га

Варіантів – 4, повторностей – 3

Варіанти	Повторність			Середні	
	1	2	3		
1	2,82	2,72	2,65	2,73	
2	3,12	3,07	3,20	3,13	
3	3,50	3,46	3,57	3,51	
4	3,79	3,94	3,85	3,86	
Загальна сума				3,31	
Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Fф	F05
Загальна	2,17	11	--	--	--
Варіантів	2,13	3	0,71	139,47	4,07
Залишок (помилки)	0,04	8	0,01	--	--
Критерій суттєвості				139,47	
Критерій F на 5%-му рівні значимості				4,07	
Помилка досліду				0,04	
Помилка різниці середніх				0,06	
Відносна помилка різниці середніх (%)				1,76	
Коефіцієнт варіації				2,16	
НІР абсолютне				0,13	
НІР відносне (%)				4,07	

Додаток В

**Ксерокопія статті у матеріалах IX-ї Міжнародної науково
практичної конференції «Наукові засади підвищення ефективності
сільськогосподарського виробництва», 28 листопада 2025 року**

