Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет

Кафедра загального землеробства

«Допущено до захисту»
Зав. кафедрою загального землеробства, к.б.н., професор
_____Микола Мостіпан
«___»_____2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему:

Продуктивність соняшнику залежно від добрив та ретардантів в умовах Правобережного Лісостепу України

Виконав здобувач вищої освіти
ІІ курсу, групи АГ 24М
ОПП «Агрономія»
спеціальності 201«Агрономія»
_____ Ларіонов Д. О.
«___»_____2025 р.

Керівник, доцент, к. г. н.
_____Ольга Гелевера
«___»_____2025 р.

Рецензент, доцент, к. б. н.
_____Марія Боброва
«___»_____2025 р.

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет
Кафедра загального землеробства
Рівень вищої освіти: другий (магістерський)
Галузь знань: 20 Аграрні науки та продовольство
Спеціальність: 201-Агрономія
Освітньо-професійна програма: Агрономія

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри загального землеробства
_____Микола Мостіпан
“____”_____2025 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ДРУГИМ (МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Ларіонов Денис Олександрович

1.Тема роботи_ Продуктивність соняшнику залежно від добрив та ретардантів в умовах Правобережного Лісостепу України

2. Керівник роботи Гелевера О.Ф, кандидат географічних наук, доцент
затверджений наказом ЦНТУ “__” вересня 2025 року №

3. Строк подання роботи до захисту_____2025 року__

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи – дослідити закономірності формування продуктивності гібридів соняшнику під впливом удобрення та ретардантів в умовах Правобережного Лісостепу України.
Завдання:
- оцінити відповідність гібридів соняшнику кліматичним особливостям регіону;
- з’ясувати вплив добрив і ретардантів на ріст, розвиток та формування асиміляційного апарату рослин;
- встановити вплив досліджуваних факторів на врожайність та якість насіння;
- з’ясувати економічну ефективність технології вирощування.

5.Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічне обґрунтування результатів досліджень	Малаховська В.А., викладач		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ П/П	Строк виконання етапів роботи	Назва етапів кваліфікаційної роботи
Перший	15.10.2025 року	Розділ 1.Огляд літератури, Розділ 5 Охорона праці та довкілля
Другий	22.10.2025 року	Розділ 2. Місце та умови проведення досліджень
Третій	14.11.2025 року	Розділ 3. Спеціальна частина
Четвертий	20.11.2025 року	Розділ 4. Економічне обґрунтування результатів досліджень
П’ятий	25.11.2025 року	Висновки, список літератури, вступ

Дата видачі завдання
«_17_»___вересня_2025 р.

Підпис керівника
_____Ольга Гелевера
Завдання прийнято до виконання
«_17_»_вересня__2025 р.

Підпис здобувача
_____ Ларіонов Д. О.

ЗМІСТ

		Стор.
	Вступ	5
РОЗДІЛ 1. СТАН, БІОЛОГІЧН ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБНИЦТВА СОНЯШНИКУ (огляд літератури)		7
1.1.	Роль сортів і гібридів у формуванні продуктивності соняшнику	7
1.2.	Вплив елементів живлення на ріст, розвиток і формування продуктивності соняшнику	9
1.3	Дія ретардантів на ріст і розвиток соняшнику	13
РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА МІСЦЯ ТА УМОВ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ		17
2.1.	Грунтово-кліматичні та погодні умови місця проведення досліджень	17
2.2.	Організаційно-економічні умови проведення досліджень	20
РОЗДІЛ 3. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА		22
3.1.	Методика проведення досліджень	22
3.2.	Ріст та розвиток соняшнику за впливу удобрення та дії ретарданту	25
3.3.	Формування продуктивності соняшнику за впливу удобрення та дії ретарданту	33
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ		47
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ У ЗВ'ЯЗКУ З ЗАСТОСУВАННЯМ РЕКОМЕНДОВАНИХ АГРОЗАХОДІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОНЯШНИКУ		52
	ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	56
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	58
	ДОДАТКИ	64

ВСТУП

Соняшник є однією з провідних олійних культур України, що формує значну частку в експортному потенціалі аграрного сектору. **Актуальним завданням** сучасного рослинництва є пошук технологічних прийомів, які забезпечать стабільне формування врожайності та якості насіння, не порушуючи фізіологічного балансу розвитку рослин. Одним із перспективних напрямів є використання ретардантів у поєднанні з раціональним удобренням, що дозволяє регулювати ріст, підвищувати стійкість рослин до стресових умов і забезпечувати ефективне використання елементів живлення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Магістерська робота базується на результатах науково-дослідної роботи автора, що виконувалась протягом 2024–2025 років на території ТОВ «Росток -Агро» і була складовою частиною тематики досліджень кафедри загального землеробства «Дослідження природно-антропогенних ландшафтів центральної України для цілей збалансованого розвитку» (ДР № 0124U001006).

Мета роботи – дослідити закономірності формування продуктивності гібридів соняшнику під впливом удобрення та ретардантів в умовах Правобережного Лісостепу України.

Завдання:

- оцінити відповідність гібридів соняшнику кліматичним особливостям регіону;
- з'ясувати вплив добрив і ретардантів на ріст, розвиток та формування асиміляційного апарату рослин;
- встановити вплив досліджуваних факторів на врожайність та якість насіння;
- з'ясувати економічну ефективність технології вирощування.

Об'єкт дослідження – процес формування продуктивності соняшнику за впливу удобрення, ретардантів та погодних умов Правобережного Лісостепу. **Предмет дослідження** – гібриди соняшнику різних типів росту, добрива та

ретардантні препарати, показники урожайності, якості насіння та економічної ефективності технології вирощування.

Наукова новизна отриманих результатів. Вперше для умов Правобережного Лісостепу України визначено реакцію сучасних гібридів соняшнику на поєднання мінерального живлення з ретардантами, встановлено закономірності їх росту, розвитку та формування продуктивності. Удосконалено підходи до регулювання морфологічної будови рослин через поєднання систем удобрення і росторегулювання.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено рекомендації щодо оптимального поєднання добрив і ретардантів для підвищення врожайності та якості насіння соняшнику, які можуть бути впроваджені у виробництво господарств Правобережного Лісостепу. Результати дослідження впроваджені у виробничу практику господарства ТОВ «Росток-Агро» Кіровоградської області, що підтверджує їх ефективність і можливість використання у виробничих умовах.

Особистий внесок здобувача. Автором самостійно опрацьовано наукові джерела, проведено польові та лабораторні дослідження, здійснено обробку експериментальних даних, сформульовано висновки і практичні рекомендації, підготовлено наукові публікації за результатами роботи.

Апробація результатів роботи: результати досліджень, що включені до роботи, оприлюднені на Міжнародній науково-практичній інтернет конференції «Інноваційні підходи ведення аграрного виробництва в умовах євроінтеграції».

Публікації: Гелевера Ольга, Ларіонов Денис. Продуктивність соняшнику залежно від добрив та ретардантів в умовах Правобережного Лісостепу України / Інноваційні підходи ведення аграрного виробництва в умовах євроінтеграції. Міжнародна науково-практична інтернет конференція. м. Кам’янець-Подільський, 2025.

РОЗДІЛ 1. СТАН, БІОЛОГІЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБНИЦТВА СОНЯШНИКУ (Огляд літератури)

1.1. Роль сортів і гібридів у формуванні продуктивності соняшнику

Класифікація соняшнику за рівнем інтенсивності передбачає виділення інтенсивних форм, які потребують оптимальних умов та високого рівня агротехніки для реалізації генетичного потенціалу, та екстенсивних, що забезпечують задовільну рентабельність за спрощених технологій. Вегетаційний період культури, що охоплює проміжок від появи сходів до господарської стиглості, є визначальним фактором формування продуктивності [19].

Градація сортів та гібридів за тривалістю вегетації включає ранньостиглі форми з періодом розвитку 70-90 діб та олійністю насіння 48-52%, середньоранні з вегетацією 108-112 діб і підвищеною олійністю до 55%, середньостиглі з періодом 110-116 діб та потенційною врожайністю близько 4 т/га, а також середньопізні форми з вегетацією 116-120 діб. Кохан та співавтори встановили, що підвищені температури скорочують тривалість вегетаційного періоду більшості гібридів, тоді як оптимальне забезпечення вологою та помірні температурні умови сприяють його подовженню [22].

Дослідження підтверджують доцільність культивування гібридів, максимально адаптованих до регіональних умов, здатних досягати фізіологічної стиглості без застосування десикації. Біометричні характеристики, врожайність та якісні параметри насіння визначаються взаємодією погодних чинників із генетичними особливостями конкретних форм. Середньостиглі гібриди демонструють найвищу стабільність урожайності в умовах недостатнього зволоження Лівобережного Лісостепу, формуючи середню врожайність 3,45 т/га [22].

Державний реєстр сортів рослин України налічує понад 1050 найменувань соняшнику, де скоростиглі форми становлять 22%, ранньостиглі -

третину асортименту, середньоранні - 16%, а середньостиглі - 14%. Така різноманітність мінімізує ризики виробництва та стабілізує рівень врожайності культури в різних агрокліматичних умовах [13].

Морфологічна класифікація соняшнику передбачає виділення лузального типу з крупними насінинами (маса 1000 штук 100-200 г, лузжистість 47-55%, олійність 21-35%), олійного типу з дрібнішим насінням (маса 1000 штук 50-100 г, лузжистість 23-30%, олійність 47-50%) та проміжного типу межеумок. Олійний тип диференціюється на лінолевий варіант із вмістом олеїнової кислоти 20-30% та високоолеїновий з показником понад 80% [28].

Технологічна класифікація гібридів охоплює класичну, Clearfield, Clearfield Plus та Експрес системи. У вітчизняних умовах перевага надається технології Clearfield Plus через відсутність післядії та здатність стримувати поширення агресивних рас вовчка. Вибір гібрида визначається технологією вирощування, погодно-кліматичними умовами регіону та фітосанітарною ситуацією.

Ключові критерії підбору гібридів включають суму активних температур для визначення оптимального терміну збирання, вологозабезпечення для мінімізації водного стресу та регіональні характеристики, що визначають вимоги до стійкості проти патогенів та вовчка. Жаро- та посухостійкість досягається через помірні темпи росту на початкових етапах, інтенсивний розвиток кореневої системи та ранній перехід до цвітіння.

Транспіраційний коефіцієнт визначає посухостійкість культури, де сумарне водоспоживання становить 3500-5000 м³/га. Критичним періодом є фаза від утворення кошика до цвітіння, коли інтенсивність транспірації досягає 600-700 г/м² на годину, а дефіцит вологи різко знижує продуктивність через зменшення розмірів кошика та збільшення пустозерності [8, 18].

Типологія гібридів за походженням та способом отримання передбачає міжлінійні варіанти (прості, трилінійні, подвійні, складні), сортолінійні форми (прості, складні), лінійносортові та міжсортові комбінації. Максимальний гетерозисний ефект проявляється у першому поколінні (F1), що

характеризується підвищеною життєздатністю, потужністю розвитку та урожайністю за високого рівня агротехніки.

Гібридне насіння придатне виключно для одноразового використання, оскільки наступні покоління втрачають покращені характеристики. Синхронність проходження фаз розвитку забезпечує рівномірність достигання та збирання врожаю. Багатолінійні гібридні сорти, створені об'єднанням потомства морфологічно однорідних біологічно різних ліній, характеризуються екологічною пластичністю та стійкістю до стресових умов [3].

Градація за ступенем інтенсивності включає інтенсивні гібриди з максимальним потенціалом та високими вимогами до умов, помірно інтенсивні з підвищеним потенціалом та меншою вибагливістю, екстенсивні форми з мінімальними вимогами та стабільною продуктивністю за несприятливих умов. Оптимальний вибір передбачає підбір гібридів із резистентністю до патогенів, відповідною групою стиглості та сумісністю з гербіцидною технологією.

1.2. Вплив елементів живлення на ріст, розвиток і формування продуктивності соняшнику

Умови живлення впродовж вегетації мають вагоме значення у формуванні продуктивності, з урахуванням критичних періодів потреби макро- та мікроелементів. Збалансоване живлення за достатньої вологозабезпеченості уможливлює максимальну реалізацію генетичного потенціалу гібридів.

Винос мінеральних речовин для формування 1 т продукції становить: азоту 41-54 кг, фосфору 16-24 кг, калію 100-150 кг, сірки 5 кг, магнію 6,5 кг. Максимальні врожаї формуються на родючих чорноземах за культивування після кращих попередників. За високого виносу калію на чорноземах культура потребує азотних і фосфорних добрив. Втрати мікроелементів з ґрунту сягають: бору 24 г, цинку 41 г, марганцю 13 г, міді 7 г на тонну продукції [5, 21].

Баланс поживних речовин у сівозміні є індикатором сталого ведення господарства та важливим інструментом діагностики управління живленням на різних рівнях агроекосистеми. Ключовим чинником впливу на ріст, розвиток та

врожайність є забезпечення ґрунту макро- та мікроелементами через збалансоване внесення мінеральних та органічних добрив.

Науково обґрунтований підбір добрив, їхньої кількості та співвідношення елементів створює найсприятливіші умови вегетації. Доцільним є використання азотно-фосфорних добрив у більшості природних зон, оскільки окреме внесення елементів не забезпечує бажаного результату. Азот, фосфор і калій у збалансованих дозах відіграють критичну роль у формуванні максимальної продуктивності, де кількість азоту та калію має значний вплив на висоту рослин, врожайність та вміст олії.

Внесення мінеральних добрив сприяє збільшенню діаметра кошиків на 0,7-1,3 см порівняно з контролем. У системі удобрення домінуючу роль відіграє азот, який найактивніше включається в обмін речовин, інтенсифікує ріст та збільшує врожайність. Застосування азотних добрив у поєднанні з фосфорними та калійними покращує поживний режим ґрунту та створює сприятливі умови для росту й розвитку [29].

Азот позитивно впливає на синтез білків, формування крупних органів та рівномірно засвоюється впродовж вегетації, з максимальною потребою від фази 3-4 листків до цвітіння. Інтенсивне поглинання 70-80% азоту відбувається для формування вегетативних та генеративних органів. Антагонізм між білком і жиром у насінні визначає залежність збору олії від здатності трансформувати вуглеводи, а не від їхньої кількості [29].

Дефіцит азоту зменшує вміст хлорофілу, призводить до хлорозу листків та погіршення габітусу. Надлишок формує надмірну вегетативну масу, спричиняє вилягання, підвищує вміст білка та знижує олійність. Раннє внесення великих доз сприяє надмірному розвитку вегетативної маси, різко послаблюючи посухостійкість [21].

Внесення азоту в нормі 100 кг/га підвищує біомасу, продукцію сухої речовини та біологічну врожайність. Максимальний урожай насіння та збір олії отримано за внесення 60 кг/га азоту. На фоні $N_{120}P_{90}K_{60}$ досягнуто максимальної врожайності, тоді як $N_{90}P_{60}K_{60}$ визнано оптимальною дозою для регіональних

умов. На малородючих ґрунтах за богарного землеробства важливість органічних і мінеральних добрив зростає для стабілізації продуктивності соняшнику [43].

Перерозподіл азотовмісних сполук між органами за дії регуляторів росту є суперечливим. Триазолпохідні препарати збільшують вміст загального азоту в листках буряку та зменшують у коренеплодах, а на ріпаку знижують білковий азот у вегетативних органах. Надлишок азоту у олійних культурах зменшує вміст ненасичених жирних кислот, посилює накопичення білка та знижує олійність насіння [12].

Фосфор є складовою протоплазми, клітинних ядер, нуклеїнових кислот та ліпідів. Співвідношення його сполук варіює залежно від віку рослин та умов вирощування. Фосфорна кислота бере участь у фотосинтезі, активізації вітамінів, процесах дихання та бродіння. Культура поглинає 60-70% фосфору у період від формування кошика до завершення цвітіння [33].

Фосфор незамінний для формування кореневої системи, підвищує посухостійкість та олійність насіння. Внесення близько 23 кг дає змогу отримати врожай не менше 2 т/га. Фосфорне живлення підвищує вміст вільної та зв'язаної вологи у структурних елементах клітини, збільшує в'язкість та еластичність протоплазми, покращує стійкість до низьких температур.

Дефіцит фосфору уповільнює ріст та розвиток, зменшує вегетативну масу, змінює кількісні та якісні показники врожаю. За нестачі відбувається втрата рельєфу листка, блідне пластина, слабшають жилки. Негативно впливає на формування та налив насіння, знижуючи продуктивність. За застосування паклобутразолу вміст фосфору в листках буряку зростав, а в коренеплодах зменшувався, тоді як калію змінювався протилежно [38, 44].

Калій є критичним для посухостійкості, його винос з урожаєм найбільший. Для отримання 2 т/га необхідно внести не менше 30 кг. Найактивніше поглинання відбувається у період формування кошика та цвітіння, хоча потреба відчутна впродовж усієї вегетації. Дефіцит ускладнює

ріст та розвиток, рослини відстають, листки ростуть у щільних розетках з проявом некрозу [11].

Нестача калію порушує обмін речовин, послаблює вуглеводний і білковий метаболізм, діяльність ферментів, збільшує витрати фотоасимілятів через інтенсифікацію дихання. Калійдефіцитні ґрунти різко зменшують вміст олії, стебло тоншає та кришиться. Нестача проявляється на нижніх листках передчасним хлорозом, побурінням країв та відмиранням [14].

Мікроелементи є складовими ферментативних систем - біологічних каталізаторів, що синтезуються, координують біохімічні процеси та підвищують їхню активність. Стимулювальна дія підвищує стійкість до несприятливих чинників, прискорює розвиток та запобігає поширенню хвороб. Найнеобхіднішими є бор, молібден, марганець, мідь і цинк. Рухомість у ґрунтовому профілі та доступність зумовлюються кислотністю, складом органічної речовини, наявністю півтораокисів, гранулометричним і мінералогічним складом [20].

Сумісне застосування мікроелементів проявляється у синергізмі та посиленні каталітичних властивостей. Композиції здатні планомірно регулювати процеси росту й розвитку, поліпшувати якісні показники та підвищувати продуктивність. Для отримання високих врожаїв потрібно застосовувати позакореневі підживлення мікродобривами у формі хелатів у фази найбільшої потреби [4, 14, 30].

Внесення мікроелементів у доступній формі підвищує продуктивність, стимулює коренеутворення та закладання повноцінного кошика. Культура малочутлива до зміни реакції ґрунтового середовища, проте за pH понад 7,0 негативно позначається на процесах росту й розвитку. Збалансоване забезпечення макро- та мікроелементів швидше відбувається листковою поверхнею, ніж кореневою системою.

Оптимальним періодом позакореневих підживлень є період від 3 до 10 листків. Рекомендовано двоетапне підживлення: у періоди 3-4 та 8-10 листків. В умовах Лісостепу позакореневі підживлення підвищують врожайність на 7-

12%. Пожнивні рештки доцільно лишати на полі та проводити їхню деструкцію для часткової компенсації поживних елементів і зниження норм внесення добрив [27].

1.3. Дія ретардантів на ріст і розвиток соняшнику

Ретарданти є модифікаторами гормонального комплексу: залежно від хімічної природи вони зменшують вміст або знижують активність синтезованих гіберелінів у тканинах.

За хімічною будовою більшість ретардантів належать до чотирьох груп: онієві сполуки (четвертинні амонієві сполуки), гідразинпохідні препарати бурштинової кислоти, триазолпохідні препарати та етиленпродуценти. Кожна група характеризується специфічним механізмом дії та спектром впливу на рослинний організм.

Внесення ретарданту та комплексного стимулятора у посушливий період підвищує якісні характеристики олії з насіння - зростають число омилення, ефірне число і вміст гліцерину. Ці показники зменшуються або не змінюються за типових і вологих умов розвитку. За механізмом дії та складом регулятори росту поділяють на стимулятори ростових процесів, біопрепарати, мікродобрива (хелати) та комплексні багатофункціональні речовини [39].

Основною властивістю ретардантів є стимулювання неспецифічних реакцій на стресори - впливати на інтенсивність і спрямованість фізіологічних процесів, змінювати співвідношення між основною й побічною продукцією, підвищувати адаптаційні можливості до несприятливих чинників (морозо-, зимо-, посухостійкість), збільшувати врожайність і покращувати якість продукції, пришвидшувати чи сповільнювати ріст, цвітіння, розвиток бруньок, зав'язі та плодів, викликати опадання листків. Застосування призводить до уповільнення лінійного росту, посилення галуження стебла і закладки більшої кількості генеративних органів.

Основною морфофізіологічною зміною за дії ретардантів є перебудова гормонального комплексу. У регуляції морфогенезу ключову роль відіграє

гормональна система, де фізіологічний ефект залежить від співвідношення фітогормонів, а не лише від концентрації окремих форм [25].

Застосування ретардантів активізує процеси утворення хлорофілів, зумовлюючи збільшення показника їхньої суми. Літературні джерела свідчать про загальне підвищення суми хлорофілів за застосування препаратів антигібереліновоі дії, що позитивно впливає на фотосинтетичну активність рослин [10].

Можливість корегувати показники площі листкової поверхні залежить від сортових особливостей культури та впливу погодних умов. В умовах Північно-Східного Лісостепу максимальні показники площі листків соняшнику формуються на рівні 0,76-0,80 м²/росл. за густоти 56-60 тис. росл./га. Відмічено кореляційний зв'язок між тривалістю вегетації та рівнем тіневитривалості нижніх ярусів листків [24, 31, 46].

Позакореневе застосування гібереліновоі кислоти та бензиладеніну збільшувало кількість та масу насіння з рослини, зменшувало відсоток порожніх насінин у внутрішній і середній частині кошика завдяки переважному розподілу фотоасимілятів від зовнішньої до внутрішньої його частини. Позакореневе підживлення сумішшю мікродобрив збільшує врожайність соняшнику на 13-15% порівняно з контролем [26, 37, 40, 42].

Використання регуляторів росту для передпосівної обробки насіння позитивно впливає на соняшник. Обприскування або обробка насіння вегетуючих рослин сприяє кращому засвоєнню макро- та мікроелементів з ґрунту, стимуляції рослин на стресові умови, що супроводжується підвищенням продуктивності - посиленням енергії проростання і польової схожості, ранній появі сходів, збільшенню діаметра кошика і ранньому достиганню посівів на 5-7 днів [6, 9].

За обробки посівів препаратом інгібуючої дії на основі триазолів, що містить дифеноконазол і паклобутразол, відбувається уповільнення росту вегетативних органів, формування стебла з більшим діаметром, що містить більшу кількість елементів ксилеми та механічних волокон. Препарат можна

використовувати для боротьби зі стебловим виляганням рослин соняшнику [41].

Порівняно з необробленими рослинами соняшнику застосування препарату на основі триазолів сприяє посиленому галуженню коренів, розвитку потужної кореневої системи, що більшою мірою фіксує її у ґрунті й протидіє поривам вітру. Препарат має високу фунгіцидну ефективність, застосовується для профілактики та боротьби з грибними хворобами - однією з причин перегину чи зламу пагона. Обробку посівів здійснюють уранці або ввечері за безвітряної погоди у дозі 0,3-0,5 л/га за витрати робочого розчину 300 л/га до повного змочування листків [36].

Інкрустація насіння соняшнику композицією з регуляторів росту та мікродобрив стимулює проростання насіння, а сукупність мікро- і макроелементів забезпечує комплексне насичення поживними елементами на початкових стадіях росту рослин [34].

Важливу роль у продуктивності відіграє фотосинтетична активність, що визначається площею листкової поверхні та мезоструктурною організацією, кількістю і тривалістю життя листків. За допомогою ретардантів різних класів штучне гальмування ростових процесів супроводжується істотними змінами морфогенезу, які стосуються формування різних рівнів організації фотосинтетичного апарату рослин.

Вилягання посівів є характерним для переважної більшості сільськогосподарських культур. З метою запобігання виляганню застосовують антигібереліни, які підвищують стійкість, що пов'язано з посиленням механічної міцності стебла [23].

За внесення хлормекватхлориду на льоні олійному збільшувалась кількість листків через менші розміри окремих листків без істотного зростання площі листкової поверхні. На сої використання цього ретарданту збільшувало кількість листків та площу листкової поверхні. На соняшнику за впливу хлормекватхлориду зменшувалась кількість листків, але внаслідок істотного

зростання їхньої площі збільшувалась сумарна площа. У ріпаку озимого листки потовщувалися, однак знижувалась сумарна площа листкової поверхні [7].

За дії триазолпохідного препарату фолікуру в рослин маку олійного подовжувалася тривалість життя, збільшувались площа листкової поверхні й маса сирої та сухої речовини листків. За застосування ретардантів на олійних культурах може посилюватися загальна площа листкової поверхні без змін або навіть за зменшення площі окремих листків через інтенсивне галуження стебла й закладання більшої кількості листків [32, 35].

Використання рістрегуляторів у фазі цвітіння покращує процеси запилення, що впливає на збільшення кількості виповнених насінин з подальшим підвищенням маси 1000 насінин і незначним збільшенням умісту олії в насінні [45].

Отже, система мінерального живлення відіграє ключову роль у формуванні продуктивності соняшнику. Збалансоване забезпечення макро- та мікроелементами з урахуванням критичних періодів розвитку уможливлює максимальну реалізацію генетичного потенціалу гібридів. Винос основних елементів живлення для формування 1 т продукції становить: азоту 41-54 кг, фосфору 16-25 кг, калію 100-150 кг.

Застосування ретардантів забезпечує морфофізіологічні зміни культури через модифікацію гормонального комплексу. Препарати антигіберелінової дії уповільнюють лінійний ріст, посилюють галуження стебла, підвищують стійкість до вилягання та створюють передумови для оптимізації продуційного процесу. Ефективність застосування залежить від концентрації, строків внесення, кратності обробок та сортових особливостей культури.

Позакореневе застосування мікродобрив у критичні фази розвитку (3-4 та 8-10 листків) підвищує врожайність насіння на 7-12% в умовах Лісостепу. Комплексне використання регуляторів росту, мікроелементів та збалансованого мінерального живлення є перспективним напрямом підвищення продуктивності та якості продукції соняшнику.

РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА МІСЦЯ ТА УМОВ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Грунтово-кліматичні та погодні умови місця проведення досліджень

Територія досліджень розташована в центральній частині України на межиріччі Дніпра та Південного Бугу. Регіон займає перехідне положення між лісостеповою та степовою природними зонами, що створює унікальні умови для ведення сільського господарства. Поверхня являє собою підвищену хвилясту рівнину, розчленовану мережею річкових долин, балок і ярів, типову для Придніпровської височини. Абсолютні відмітки висот коливаються в межах від 150 до 220 метрів над рівнем моря.

Клімат Правобережного Лісостепу помірно-континентальний із достатнім, але нестійким зволоженням. Для регіону характерне чергування вологих і посушливих років, що суттєво впливає на продуктивність сільськогосподарських культур.

Середньорічна температура повітря становить +8,5...+9,0°C. Тривалість безморозного періоду складає 165-170 днів, що є достатнім для вирощування більшості польових культур, включаючи соняшник. Сума активних температур (вище +10°C) за вегетаційний період досягає 2850-3000°C, що забезпечує нормальне проходження всіх фаз розвитку теплолюбних культур.

Середньорічна кількість опадів у регіоні коливається від 480 до 550 мм, причому основна їх частина (60-65%) випадає у теплий період року. Проте характерною особливістю клімату є нерівномірний розподіл опадів як за місяцями, так і за роками, що часто призводить до виникнення атмосферної та ґрунтової посухи у критичні фази розвитку культур.

До несприятливих кліматичних явищ регіону належать посухи, суховії, пилові бурі, град та зливові дощі. Особливо небезпечними є весняно-літні посухи, які можуть значно знижувати врожайність польових культур.

Ґрунтовий покрив території досліджень представлений чорноземами типовими малогумусними та середньогумусними середньосуглинкового

механічного складу, що є типовими для північної частини Кіровоградської області. Ці ґрунти сформувалися на лесових та лесоподібних суглинках і характеризуються високим рівнем природної родючості.

Потужність гумусового горизонту досліджуваних чорноземів становить 45-65 см, вміст гумусу в орному шарі коливається від 4,2 до 5,8%. Реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної (pH водний 6,2-6,8), що є сприятливим для росту та розвитку більшості сільськогосподарських культур.

Гранулометричний склад ґрунтів – важкосуглинковий, що забезпечує достатню вологоутримувальну здатність, однак у посушливі періоди може призводити до утворення ґрунтової кірки. Агрофізичні властивості характеризуються добре вираженою зернисто-грудкуватою структурою, об'ємна маса орного шару становить 1,15-1,25 г/см³.

Забезпеченість ґрунтів легкогідролізованим азотом оцінюється як середня (80-120 мг/кг), рухомим фосфором – середня та підвищена (120-180 мг/кг), обмінним калієм – підвищена (140-200 мг/кг). Такий рівень забезпеченості поживними елементами вимагає систематичного застосування добрив для підтримання родючості та отримання високих врожаїв.

Внаслідок тривалого інтенсивного використання в орних ґрунтах спостерігається тенденція до зниження вмісту гумусу, погіршення агрофізичних властивостей та розвитку водної ерозії на схилових землях. Це визначає необхідність застосування комплексу агротехнічних заходів, спрямованих на відтворення родючості ґрунтів.

Експериментальні дослідження проводилися протягом 2024-2025 років, які характеризувалися контрастними погодними умовами порівняно з багаторічними нормами.

Вегетаційний період 2024 року відзначався підвищеним температурним фоном та значним дефіцитом атмосферних опадів. За період від березня до липня сумарна кількість опадів становила 132 мм, що на 44,1% менше за норму (236 мм).

Особливо несприятливими виявилися травень, червень та липень, коли випало відповідно 6, 17 та 3 мм опадів при нормі 47, 62 та 61 мм. Такий глибокий дефіцит вологи у другій половині вегетації співпав із критичними фазами розвитку соняшнику (цвітіння та формування насіння), що створювало значну гідротермічну напруженість.

Температурний режим характеризувався стійким перевищенням багаторічних показників. Середня температура за вегетаційний період досягла 16,84°C, що на 2,52°C вище за норму. Максимальне відхилення спостерігалося у квітні (+4,1°C) та липні (+4,0°C). У липні середньомісячна температура становила 26,2°C, що створювало екстремальні умови для формування врожаю.

Таким чином, 2024 рік можна класифікувати як надзвичайно посушливий із високим термічним навантаженням, що негативно позначалося на ростових процесах рослин та формуванні продуктивності соняшнику.

Метеорологічні умови 2025 року суттєво відрізнялися від попереднього року меншою гідротермічною напруженістю. Загальна кількість опадів за вегетаційний період становила 175 мм, що хоч і на 25,8% менше за норму, проте на 43 мм більше порівняно з 2024 роком.

Характерною особливістю був нерівномірний розподіл опадів. У квітні випало 18 мм (норма 35 мм), у травні – 29 мм (норма 47 мм), що створювало дефіцит вологи на початкових етапах вегетації. Однак у червні випала значна кількість опадів – 82 мм, що на 32% перевищувало норму та частково компенсувало весняний дефіцит. У липні опади знову були недостатніми – 20 мм при нормі 61 мм.

Температурний режим виявився помірнішим порівняно з 2024 роком. Середня температура вегетаційного періоду становила 15,52°C, що на 1,2°C перевищує норму, але на 1,32°C нижче показників попереднього року. Максимальні температури зафіксовані в липні (24,5°C), однак вони були на 1,7°C нижчими за відповідний період 2024 року.

Загалом 2025 рік характеризувався більш сприятливими умовами для вирощування соняшнику завдяки кращому водозабезпеченню в критичні фази

розвитку та помірнішим температурам, хоча дефіцит вологи на окремих етапах вегетації все ж мав місце.

Контрастність погодних умов двох років досліджень дозволяє об'єктивно оцінити ефективність досліджуваних агротехнічних прийомів (застосування добрив та ретардантів) у різних гідротермічних умовах. Якщо 2024 рік характеризувався екстремальною посухою та високими температурами, що створювало жорсткі стресові умови для рослин, то 2025 рік можна охарактеризувати як помірно посушливий із більш оптимальним водозабезпеченням.

Обидва роки підтверджують загальну тенденцію до підвищення температурного фону та нестабільності опадів у регіоні, що відповідає сучасним кліматичним змінам та вимагає адаптації агротехнологій вирощування польових культур до нових умов.

2.2. Організаційно-економічні умови проведення досліджень

Експериментальні дослідження проводилися на базі Товариства з обмеженою відповідальністю «Росток-Агро», що розташоване в Кропивницькому районі Кіровоградської області та спеціалізується на виробництві продукції рослинництва. Підприємство засноване у 2010 році і за час свого функціонування зарекомендувало себе як стабільний виробник зернових та олійних культур.

Загальна площа сільськогосподарських угідь становить 2450 га, з яких ріллею зайнято 2380 га. Основною організаційно-правовою формою господарювання є товариство з обмеженою відповідальністю, що дозволяє ефективно управляти виробничими процесами та впроваджувати інноваційні технології. У структурі посівних площ переважають зернові та олійні культури. Соняшник займає одну з провідних позицій і висівається на площі близько 650-700 га щороку.

Крім соняшнику, у сівозміні вирощуються озима пшениця (700-750 га), ярі зернові культури (350-400 га), кукурудза на зерно (400-450 га), соя (200-250

га). Така диверсифікація виробництва знижує ризики, пов'язані з кон'юнктурою ринку та погодними умовами.

ТОВ «Росток-Агро» характеризується середнім рівнем інтенсифікації виробництва. Підприємство систематично застосовує мінеральні добрива, проте обсяги внесення поки що не досягають науково обґрунтованих норм. Середні дози мінеральних добрив під соняшник становлять $N_{45–60}P_{30–45}K_{30–45}$, органічні добрива вносяться періодично.

Господарство має власну техніку для виконання основних польових робіт: трактори різної потужності, комбайни, сівалки, культиватори, обприскувачі. Технічний парк потребує оновлення, однак забезпечує виконання всіх необхідних агротехнічних операцій у оптимальні строки.

Система захисту рослин включає застосування гербіцидів, інсектицидів та фунгіцидів залежно від фітосанітарного стану посівів. Використовуються переважно препарати вітчизняного та зарубіжного виробництва, що пройшли державну реєстрацію.

Урожайність соняшнику в господарстві за останні п'ять років коливалася від 1,8 до 2,6 т/га залежно від погодних умов року та рівня агротехніки. Ці показники відповідають середньому рівню для зони Правобережного Лісостепу, однак свідчать про наявність значних резервів підвищення продуктивності культури.

Підприємство зацікавлене у впровадженні інноваційних технологій та елементів точного землеробства, що створює сприятливі умови для проведення науково-дослідної роботи та апробації нових агротехнічних прийомів.

Отже, ТОВ «Росток-Агро» за своїми природно-економічними умовами є типовим господарством Правобережного Лісостепу України і може розглядатися як репрезентативний об'єкт для проведення досліджень з вивчення впливу добрив та ретардантів на продуктивність соняшнику. Виробничі умови підприємства дозволяють забезпечити необхідний рівень агротехніки для закладання польових дослідів та отримання достовірних експериментальних даних.

РОЗДІЛ 3. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1. Методика проведення досліджень

Експериментальні дослідження виконувалися в якості трифакторного польового дослідження, організованого за принципом розчеплених блоків. Технологія вирощування культури відповідала агротехнічним вимогам, рекомендованим для зони Лісостепу України [1, 2]. Кожен варіант дослідження повторювався в чотирьох разах, що забезпечувало достатню статистичну достовірність отриманих результатів. Розмір облікової одиниці для кожної експериментальної ділянки склав 50 квадратних метрів.

У структурі дослідження вивчалася дія та взаємодія трьох основних факторів. Перший фактор включив три гібриди соняшнику: РЖТ Волльф, Альзан, та ЕС Белла. Другий фактор передбачав п'ять варіантів мінерального живлення з високими нормами азотних, фосфорних і калійних добрив: $N_{40}P_{20}K_{60}$, $N_{60}P_{35}K_{90}$, $N_{80}P_{50}K_{120}$, $N_{100}P_{65}K_{150}$ та $N_{120}P_{80}K_{180}$. Третій фактор стосувався застосування регулятора росту Сетар у дозі 0,5 літра на гектар у порівнянні з контрольним обробленням води.

Таблиця 3.1

Схема досліду

Фактор А – норма внесення добрив	**Фактор В** – обробка ретардантом Сетар	**Фактор С** – гібрид
1. $N_{40}P_{20}K_{60}$	Обробка водою	РЖТ Волльф
2. $N_{60}P_{35}K_{90}$	Обробка ретардантом Сетар	Альзан
3. $N_{80}P_{50}K_{120}$		ЕС Белла
4. $N_{100}P_{65}K_{150}$		
5. $N_{120}P_{80}K_{180}$		

Культура висівалася після озимої пшениці, яка виступала попередником у сівозміні. Планова густота посіву забезпечувала наявність 55 тисяч рослин на одному гектарі до моменту збирання врожаю. Азотні туки розподіляли перед

передпосівною культивацією ґрунту, потім як фосфорні та калійні компоненти заробляли під час проведення основного заробітку.

Обробка рослин регулятором росту здійснювалася в період досягнення стадії розвитку BBCH 30-32, що відповідає рекомендаціям виробника препарату. Внесення проводилося ручним обприскувачем для забезпечення рівномірного розподілу робочого розчину по вегетуючих рослинах.

Моніторинг фази розвитку рослин проводився відповідно до вимог державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Для кожної окремої ділянки фіксувався момент переходу рослин у відповідну фенологічну фазу. Критерієм початку фази вважали досягнення 15 відсотками рослин відповідних морфологічних ознак, а повної фази – 75 відсотками рослин. Детальна ідентифікація стадій та мікростадій онтогенезу виявилася за міжнародною шкалою BBCH [16, 17].

Динаміку лінійного росту відстежували шляхом систематичних вимірювань висоти рослин на ключових етапах вегетації. Виміри проводилися на 10 модельних рослинах у п'ятиразовій повторності, що дозволило отримати репрезентативні дані про ростові процеси в різних варіантах дослідження.

Біометричний аналіз рослин виконувався в критичній фазі розвитку культури: утворення кошиків, цвітіння та повної стіглості. На 25 постійних рослинах із двох неповторних повторень проводили підрахунок живих та відмерлих листків, виміряли їх лінійні розміри. Висоту рослин визначали промірюванням тих самих модельних екземплярів, а діаметр кошиків фіксували наприкінці вегетаційного періоду [15].

Діаметр стебла оцінювали штангенциркулем на висоті один метр від поверхні ґрунту. Вимірювалися у фазі фізіологічної стійкості на десяти рослинах кожного варіанта в наступних повтореннях, що виключало систематичні похибки.

Листкову поверхню рослин визначали сучасним методом цифрового сканування з наступною комп'ютерною обробкою зображення за допомогою

спеціалізованої програми IpSquare. Цей підхід забезпечує високу точність вимірювань площі асиміляційного апарату.

Вміст фотосинтетичних пігментів у листках оцінювали класичним спектрофотометричним методом на різних стадіях онтогенезу гібридів. Екстракцію хлорофілів проводили 96-відсотковим етиловим спиртом, після чого визначали оптичну густину отриманих екстрактів на приладі КФК-3 з подальшими розрахунками концентрації пігментів.

Фотосинтетичний потенціал посіву обчислювали як суму добутків середньої площі листкової поверхні на тривалість її функціонування між окремими обликами протягом вегетаційного періоду.

Вміст сухих речовин у рослинному матеріалі встановлювали методом термічного висушування наважок до постійної маси за температури 105 градусів Цельсія. Розрахунок процентного вмісту абсолютно сухої речовини проводили за різницею маси до та після висушування з аналізу маси.

Накопичення надземної біомаси визначали в трьох термінах: формування кошиків, цвітіння та повна стійкість. Відбирали типи рослин з кожного варіанта, розділяли їх нації фракції (листки, стебла, кошики, масло) та встановлювали суху масу окремих органів [16].

Вологість ґрунту досліджували термостатно-ваговим методом у момент сівби культури. Відбір пробували пошарово за допомогою грунтового буру. Зразки поміщали у попередньо зважені металеві бюкси, після чого висушили в термостаті за температури 110 градусів Цельсія до сталої маси. На основі отриманих даних розраховували відсоткову вологість та запаси продуктивної вологи в кореневмісному шарі ґрунту.

Водний баланс у метровому шарі визначали спрощеним методом за Костяковим. Загальне водоспоживання розраховували як суму різниці запасів продуктивної вологи на початку та в кінці вегетації й кількість атмосферних опадів, що випали за період вегетації. Коефіцієнти водоспоживання встановлювали діленням загального водоспоживання на величину врожайності використання.

Оцінку ураженості рослин хворобами проводили за стандартизованою методикою фітопатологічних досліджень. Фіксували типи захворювань та інтенсивність їх прояву на рослинах у різних варіантах дослідження.

Аналіз структури врожаю виконували у фазі повної стіглості шляхом відбору зразків із 15 рослин на шкірній ділянці. Кошики кожного повторення обмолочувалися окремо, після чого визначали масу отриманого вмісту та інші структурні показники [15].

Облік урожайності проводили поділянково методом суцільного збирання прямим комбайнуванням. Бункерну масу перераховували на урожай з одиниці площі з урахуванням засміченості та вологості, приводячи до стандартної восьмивідсоткової вологості відповідно до вимог державного стандарту. Фізичні показники якості використання включали визначення маси тисячі насінин відповідно до державних стандартів.

Статистичну обробку експериментальних даних виконували методом дисперсійного аналізу з використанням програмного забезпечення Statistica версії 12. Це дозволило встановити достовірність виявлених відмінностей між варіантами та оцінити вплив досліджуваних факторів.

Економічну ефективність технологічних прийомів розраховували на основі технологічних карт вирощування культури та актуальних цін поточного року. Розрахунки виконували згідно з чинними методичними рекомендаціями з економічної оцінки агротехнологій.

3.2. Ріст та розвиток соняшнику за впливу удобрення та дії ретарданту

Протягом вегетаційного періоду у рослин соняшнику спостерігалася виражена динаміка біометричних показників під впливом досліджуваних факторів. Результати експериментальних досліджень, проведених у 2024-2025 роках, засвідчили явну залежність морфометричних параметрів рослин від системи мінерального живлення та застосування регулятора росту.

Висотні параметри рослин є показником, що впливає на формування продуктивного потенціалу культури. На сьогодні в науковому середовищі відсутній консенсус щодо оптимальних параметрів лінійного росту соняшника. Висота рослин детермінована генетичною морфобіологічною природою культури, при цьому вона також забезпечує здатність рослин адаптуватися до змін екологічних умов та реагувати на окремі технологічні прийоми вирощування.

Період цвітіння соняшника є одним із найкритичніших етапів онтогенезу культури. Саме в цей період рослини досягають максимальних показників висоти та інтенсивно накопичують суху речовину. Висотні параметри рослин впливають на ефективність поглинання сонячної радіації, сприяючи оптимізації фотосинтетичної активності. Високостеблові рослини через затінювання нижніх ярусів листків характеризуються нижчою інтенсивністю фотосинтезу в цій зоні.

Отримані експериментальні дані засвідчили, що підвищення норми внесення мінеральних добрив забезпечувало підвищення висотних параметрів рослин досліджуваних гібридів соняшнику. Висота рослин варіювала залежно від генетичних особливостей вивчених гібридів. Система удобрення мала статистично достовірний ефект на цей параметр.

У гібрида РЖТ Волльф при збільшенні норми внесення добрив висота модифікувалася у напрямку зростання від 150,6 до 175,1 сантиметрів, у гібрида Альзан – від 145,6 до 169,6, у гібрида ЕС Белла – від 145,9 до 169,9, сантиметрів. Висотні параметри рослин гібридів ЕС Белла та Альзан характеризуються значною подібністю на всіх варіантах системи живлення, що можна пояснити схожими генетичними особливостями цих гібридів. (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Тривалість періоду вегетації соняшнику (2023–2025 рр.), діб

Назва гібрида	Варіанти удобрення	Мікростадії розвитку культури				
		Застосування ретардантів	BBCH 00–09	BBCH 09–61	BBCH 61–87	BBCH 09–87
РЖТ Вольльф	N40P20K60	1*	14	42	54	96
		2*	14	43	55	98
	N60P35K90	1*	14	43	54	97
		2*	14	44	55	99
	N80P50K120	1*	14	44	57	101
		2*	14	45	59	104
	N100P65K150	1*	14	45	58	103
		2*	14	46	61	107
	N120P80K180	1*	14	45	61	106
		2*	14	47	64	111
Альзан	N40P20K60	1*	14	40	50	90
		2*	14	41	51	92
	N60P35K90	1*	14	42	52	94
		2*	14	44	52	96
	N80P50K120	1*	14	43	54	97
		2*	14	45	55	100
	N100P65K150	1*	14	45	57	102
		2*	14	46	59	105
	N120P80K180	1*	14	46	59	105
		2*	14	47	61	108
ЕС Белла	N40P20K60	1*	13	39	53	91
		2*	13	40	54	92
	N60P35K90	1*	13	40	54	94
		2*	13	42	55	96
	N80P50K120	1*	13	43	56	97
		2*	13	44	58	101
	N100P65K150	1*	13	43	58	101
		2*	13	45	61	105
	N120P80K180	1*	13	44	60	104
		2*	13	47	63	108

Примітка: 1 – обробка водою; 2* – застосування ретарданту Сетар.

Обробка посівних площ регулятором росту Сетар забезпечила зменшення висоти рослин досліджуваних гібридів соняшнику на 13,2-21,1 сантиметрів залежно від особливостей гібрида та варіанта системи удобрення. При збільшенні норми внесення добрив спостерігалося зростання різниці у високих показниках у напрямку їх зниження (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Висота рослин соняшнику за впливу удобрення та ретарданту, (середнє за 2023–2025 рр.), см

Варіанти удобрення	РЖТ Волльф		Альзан		ЕС Белла	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*
$N_{40}P_{20}K_{60}$	150,7	137,2	145,6	132,5	145,9	132,6
$N_{60}P_{35}K_{90}$	153,1	138,7	148,3	134,5	148,5	134,9
$N_{80}P_{50}K_{120}$	161,3	145,1	156,2	140,9	156,5	139,8
$N_{100}P_{65}K_{150}$	164,9	147,1	159,6	141,9	159,9	141,9
$N_{120}P_{80}K_{180}$	175,2	154,3	169,6	150,1	169,9	149,4
$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	*161,0± 4,4*	*144,4± 3,1*	*155,9± 4,3*	*140,0± 3,1*	*156,1± 4,3*	*139,8± 2,9*
V, %	*6,10*	*4,77*	*6,13*	*4,96*	*6,13*	*4,70*
$НІР_{0,5}$ для будь-яких середніх – *1,2; $НІР_{0,5}$* для чинників: «*Гібрид» – 0,97; «Варіанти удобрення» – 0,53; «застосування ретарданту» – 0,23*						

Примітка: 1 – обробка водою; 2* – обробка ретардантом Сетар.

Висота рослин на варіантах з обробкою препаратом Сетар під впливом різних варіантів удобрення змінювалася: у гібриди РЖТ Волльф від 137,2 до 154,3 сантиметрів, Альзан – 132,5-150,1, ЕС Белла – 132,6-149,4 сантиметрів.

Перебіг ростових процесів у рослинному організмі детермінує зміну концентрації фітогормонів через їх вплив на морфогенетичні процеси. Ретарданти є модифікаторами гормонального комплексу рослинного організму, здатними знижувати концентрацію та активність фітогормонів у рослинних тканинах.

Регулятори росту впливають на диференціацію анатомічної структури тканин органів рослин та їх функціональну активність. Рослини за значної висоти, завищених норм удобрення та достатнього зволоження можуть піддаватися виляганню. Ретарданти забезпечують підвищення механічної міцності стебла за рахунок його потовщення та зниження висоти, а також

активації транспортування та перерозподілу синтезованих органічних сполук (табл. 3.4). Застосування мінеральних добрив мало позитивний ефект на параметри діаметра стебла.

Таблиця 3.4

Діаметр стебла рослин соняшнику за впливу удобрення та обробки ретардантом, (середнє за 2023–2025 рр.), см

Варіанти удобрення	РЖТ Волльф		Альзан		ЕС Белла	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*
$N_{40}P_{20}K_{60}$	2,82	2,96	2,83	2,92	2,76	2,83
$N_{60}P_{35}K_{90}$	2,92	3,02	2,91	3,03	2,84	2,91
$N_{80}P_{50}K_{120}$	3,04	3,17	3,04	3,18	2,90	3,02
$N_{100}P_{65}K_{150}$	3,16	3,30	3,14	3,22	3,01	3,19
$N_{120}P_{80}K_{180}$	3,25	3,46	3,24	3,31	3,14	3,23
$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	*3,04± 0,08*	*3,18± 0,09*	*3,03± 0,07*	*3,13± 0,07*	*2,93± 0,07*	*3,03± 0,08*
V, %	*5,83*	*6,41*	*5,49*	*5,00*	*5,06*	*5,72*
$НІР_{0,5}$ для будь-яких середніх – *0,07; $НІР_{0,5}$* для чинників: «*Гібрид» – 0,04; «Варіанти удобрення» – 0,02; «застосування ретарданту» – 0,02*						

Примітка: 1 – обробка водою; 2* – обробка ретардантом Сетар.

Згідно з отриманими результатами, діаметр стебла рослин соняшнику модифікувався за роками досліджень під впливом генетичних особливостей гібридів, системи підживлення та дії регулятора росту. Максимальний діаметр стебла був отриманий у всіх досліджуваних гібридів соняшнику на варіанті з внесенням максимальної норми добрив – $N_{120}P_{80}K_{180}$ з показниками, які варіювали від 3,14 до 3,25 сантиметрів (табл. 3.4).

На варіантах без застосування регулятора росту показники коливалися в різних варіантах підживлення та особливостей гібридів від 2,76 до 3,15 сантиметрів.

Використання регулятора росту Сетар забезпечило збільшення діаметра стебла у рослин: у гібрида РЖТ Волльф від 2,96 до 3,46 сантиметрів, Альзан – 2,92-3,31, ЕС Белла – 2,83-3,23 сантиметрів.

Таблиця 3.5

Динаміка площі листкової поверхні соняшнику, (середнє за 2023-2025 рр.), тис. м^2/га

Варіанти удобрення	Мікростадія (шкала ВВСН)	РЖТ Волльф	Альзан	ЕС Белла
N40P20K60	34–38	18,1	17,5	16,3
N60P35K90		19,2	18,1	16,3
N80P50K120		20,4	20,2	18,1
N100P65K150		21,0	20,7	19,2
N120P80K180		21,7	21,4	19,9
V, %		***7,16***	***8,65***	***9,47***
N40P20K60	54–58	30,1	28,6	26,4
N60P35K90		31,1	29,7	26,9
N80P50K120		32,7	30,1	29,0
N100P65K150		33,6	31,1	30,0
N120P80K180		33,8	31,8	30,5
V, %		***5,06***	***4,11***	***6,21***
N40P20K60	64-68	43,2	41,3	38,1
N60P35K90		44,4	42,3	39,9
N80P50K120		45,6	43,2	40,8
N100P65K150		46,4	44,8	41,1
N120P80K180		47,2	45,1	41,5
V, %		***3,44***	***3,74***	***2,22***
N40P20K60	74-78	35,3	34,1	32,3
N60P35K90		36,1	34,8	32,6
N80P50K120		36,4	35,1	33,1
N100P65K150		36,9	35,6	34,0
N120P80K180		37,2	35,9	34,3
V, %		***2,03***	***2,00***	***2,61***
НІР0,5		0,08	0,08	0,05

Максимальні параметри діаметра стебла були зафіксовані у рослин соняшнику в період їх цвітіння. У рослин гібрида РЖТ Волльф отримані найбільші показники діаметра стебла серед досліджуваних генотипів.

Асимілююча поверхня динамічно змінюється в процесі вегетації. Поступове наростання площі листків досягає максимуму в період цвітіння, після чого відбувається природне зниження через старіння нижніх ярусів.

Удобрення сильно стимулює розвиток листкової поверхні на всіх етапах онтогенезу.

Таблиця 3.6

Динаміка площі листкової поверхні соняшнику за обробки ретардантом Сетар, (середнє за 2023-2025 рр.), тис. м^2/га

Варіанти удобрення	Мікростадія (шкала ВВСН)	РЖТ Волльф	Альзан	ЕС Белла
$N_{40}P_{20}K_{60}$	34–38	18,6	17,9	16,8
$N_{60}P_{35}K_{90}$		19,5	18,7	17,1
$N_{80}P_{50}K_{120}$		20,8	20,4	18,7
$N_{100}P_{65}K_{150}$		21,7	21,3	19,6
$N_{120}P_{80}K_{180}$		22,6	22,0	20,7
V, %		***7,83***	***8,61***	***8,89***
$N_{40}P_{20}K_{60}$	54–58	30,4	29,3	27,1
$N_{60}P_{35}K_{90}$		31,8	30,0	27,7
$N_{80}P_{50}K_{120}$		33,4	30,6	29,3
$N_{100}P_{65}K_{150}$		34,5	31,4	30,5
$N_{120}P_{80}K_{180}$		34,9	32,3	30,8
V, %		***5,71***	***3,82***	***5,66***
$N_{40}P_{20}K_{60}$	64-68	43,5	42,0	39,8
$N_{60}P_{35}K_{90}$		44,6	42,2	40,2
$N_{80}P_{50}K_{120}$		45,9	43,7	41,3
$N_{100}P_{65}K_{150}$		46,9	45,1	41,8
$N_{120}P_{80}K_{180}$		47,9	45,4	41,8
V, %		***3,84***	***3,62***	***2,27***
$N_{40}P_{20}K_{60}$	74-78	35,9	34,8	32,8
$N_{60}P_{35}K_{90}$		36,7	35,4	33,0
$N_{80}P_{50}K_{120}$		37,0	35,5	33,5
$N_{100}P_{65}K_{150}$		37,7	36,2	34,8
$N_{120}P_{80}K_{180}$		37,7	36,3	34,8
V, %		***2,04***	***1,74***	***2,86***
$НІР_{0,5}$		0,06	0,05	0,04

Реалізація генетичного потенціалу рослин та формування їх продуктивності залежить від параметрів листкової поверхні. Між урожайністю рослин та асимілюючою поверхнею існує кореляційна залежність. Сприятливий вплив на підвищення листкової поверхні спричинити оптимізацію системи удобрення культур.

Таблиця 3.7

Кількість листків на рослинах соняшнику за впливу удобрення та обробки ретардантом, (середнє за 2023–2025 рр.), ВВСН 64−68, шт.

Варіанти удобрення	РЖТ Волльф		Альзан		ЕС Белла	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*
$N_{40}P_{20}K_{60}$	19,7	22,4	18,6	20,2	18,2	20,2
$N_{60}P_{35}K_{90}$	21,9	24,7	20,2	22,5	20,1	22,0
$N_{80}P_{50}K_{120}$	23,4	26,1	21,9	23,6	21,4	23,6
$N_{100}P_{65}K_{150}$	24,1	26,5	22,5	24,7	22,1	23,8
$N_{120}P_{80}K_{180}$	24,2	26,8	22,6	24,8	22,3	24,1
$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	*22,7± 0,8*	*25,3± 0,8*	*21,1± 0,8*	*23,2± 0,8*	*20,8± 0,8*	*22,7± 0,7*
V, %	*8,17*	*7,24*	*8,33*	*8,12*	*8,35*	*6,94*
$НІР_{0,5}$ для будь-яких середніх – *0,17; $НІР_{0,5}$* для чинників: «*Гібрид» – 0,11; «Варіанти удобрення» – 0,09; «застосування ретарданту» – 0,06*						

Примітка: 1 – обробка водою; 2* – обробка ретардантом Сетар.

Результати досліджень показали, що підвищення норми внесення добрив мало позитивну дію на закладання складу листків на рослинах соняшнику. Показник визначався як досліджуваними чинниками, так і параметрами нерегульованих факторів навколишнього середовища.

Найбільшу кількість листків сформували рослини гібрида РЖТ Волльф, яка під впливом варіантів покращення зростала від 19,7 до 26,6 штук, Альзан – 18,6-24,8, ЕС Белла – 18,2-24,1 штук.

Регулятор росту значно збільшує площу листків. Найбільший приріст спостерігається у ранній фазі розвитку, коли закладаються основи майбутньої продуктивності. У пізній фазі різниця між варіантами згладжується. Застосування регулятора росту Сетар забезпечило зростання цих показників: у гібриди РЖТ Волльф до 22,4-26,8 штук, Альзан – 20,2-24,8, ЕС Белла – 20,2-24,1 штук.

Максимальні значення були отримані на варіантах гібрида РЖТ Волльф при внесенні $N_{120}P_{80}K_{180}$. Принні норми добрив спостерігалося збільшення кількості листків на рослинах соняшнику. Варто зазначити, що різниця у показниках між варіантами удобрення $N_{120}P_{80}K_{180}$ та $N_{100}P_{65}K_{150}$ була незначною.

Кількість листків на рослині зростає з покращенням живлення, але цей процес має насичення. Починаючи з певного рівня удобреності, подальше підвищення дози дає лише незначний приріст. Ретардант стимулює закладення додаткових листкових примордіїв, що призводить до кращої облистяності.

Варіабельність характеристики листкового апарату знижується з віком рослин. Молоді посіви реагують на умови більш різноманітно, тоді як до цвітіння стабілізуються показники, що провокують завершення формування архітектури рослини.

Проведений кореляційний аналіз між показниками висоти рослин і діаметром стебла проявляється про пряму позитивну кореляційну залежність з коефіцієнтами кореляції залежно від гібрида 0,95-0,98. Між високою рослинністю та кількістю листків на рослинах виявлена пряма кореляційна залежність, за якої коефіцієнти кореляції становлять 0,76-0,79.

3.3. Формування продуктивності соняшнику за впливу удобрення та дії ретарданту

Урожай будь-якої сільськогосподарської культури створюється природною системою, основними складовими якої є рослинний організм, основа і атмосфера, а об’єднувальним фактором – вода.

Вода, що створює рослину з обгрунтуванням та атмосферою, створює єдність факторів й середовища. Водний розчин ґрунтується на середовищі, в якому містяться розчинені мінеральні та органічні речовини. Вода гідратує іони, молекули, міцелі та впливає на адсорбційні процеси, бере участь у створенні структури протопласту, його життєвої активності, регулює теплоенергетику речовин.

Вміст води у рослинному організмі сприяє інтенсивності всіх фізіолого-біохімічних процесів, зокрема фотосинтезу. Рослини для створення оптимальних умов перебігу всіх фізіологічних процесів на клітинному рівні повинні містити в своїх тканинах мінімум 70-80% води. За меншого її вмісту знижується інтенсивність фотосинтетичної діяльності рослин, унаслідок чого процеси дисиміляції мають перевагу над асиміляційними процесами.

Таблиця 3.8

Формування сухої речовини рослинами соняшнику за впливу удобрення (середнє 2023–2025 рр.), г/росл.

Гібрид	Удобрення	Суха речовина, г/росл.	У тому числі				Співвідношення основної продукції / побічної
			побічної продукції		насіння		
			г	%	г	%	
РЖТ Волльф	$N_{40}P_{20}K_{60}$	113,0	73,2	66,08	39,8	33,92	1/1,84
	$N_{60}P_{35}K_{90}$	129,3	84,2	64,96	45,1	35,04	1/1,87
	$N_{80}P_{50}K_{120}$	143,4	94,2	64,27	49,2	35,73	1/1,91
	$N_{100}P_{65}K_{150}$	171,5	112,9	64,87	58,6	36,13	1/1,93
	$N_{120}P_{80}K_{180}$	188,9	126,8	65,67	62,1	34,33	1/2,04
Альзан	$N_{40}P_{20}K_{60}$	111,1	73,0	67,68	38,1	32,32	1/1,84
	$N_{60}P_{35}K_{90}$	135,0	90,0	66,63	45,5	33,37	1/1,88
	$N_{80}P_{50}K_{120}$	142,0	93,0	65,49	49,0	34,51	1/1,90
	$N_{100}P_{65}K_{150}$	159,0	102,3	64,35	54,0	35,65	1/1,95
	$N_{120}P_{80}K_{180}$	181,9	122,7	67,47	59,2	32,53	1/2,07
ЕС Белла	$N_{40}P_{20}K_{60}$	118,5	81,2	68,50	38,9	31,50	1/2,09
	$N_{60}P_{35}K_{90}$	127,2	85,7	67,39	41,1	32,61	1/2,11
	$N_{80}P_{50}K_{120}$	137,1	90,2	65,72	43,1	34,28	1/2,14
	$N_{100}P_{65}K_{150}$	147,4	95,1	64,52	49,0	35,48	1/2,17
	$N_{120}P_{80}K_{180}$	172,2	117,0	67,93	53,2	32,07	1/2,22
$НІР_{0,5}$		*13,42*	*8,07*	–	*1,03*		

Суха речовина рослини у своєму складі містить групи мінеральних і органічних сполук різних рівнів організації. Мінеральна частина сухої речовини рослинного організму за хімічним складом представляє оксиди натрію, калію, кальцію, магнію, феруму та ангідриди сірчаної, фосфорної, соляної та інших кислот; органічна – білки, жири, клітковину і безазотність екстрактивні речовини.

Таблиця 3.9

Формування сухої речовини рослинами соняшнику за впливу удобрення та ретарданту (середнє 2023–2025 рр.), г/росл.

Гібрид	Удобрення	Маса рослини, г	У тому числі				Співвідношення основної продукції/побічної
			побічної продукції		насіння		
			г	%	г	%	
РЖТ Волльф	$N_{40}P_{20}K_{60}$	121,48	79,10	65,1	42,38	34,9	1/1,87
	$N_{60}P_{35}K_{90}$	137,78	90,10	65,4	47,68	34,6	1/1,89
	$N_{80}P_{50}K_{120}$	151,8	100,00	65,9	51,80	34,1	1/1,93
	$N_{100}P_{65}K_{150}$	183,2	121,10	66,1	62,10	33,9	1/1,95
	$N_{120}P_{80}K_{180}$	193,9	129,60	66,8	64,30	33,2	1/2,02
Альзан	$N_{40}P_{20}K_{60}$	119,6	77,90	65,1	41,70	34,9	1/1,87
	$N_{60}P_{35}K_{90}$	139,21	91,20	65,5	48,01	34,5	1/1,90
	$N_{80}P_{50}K_{120}$	150,66	99,08	65,8	51,58	34,2	1/1,92
	$N_{100}P_{65}K_{150}$	167,8	111,10	66,2	56,70	33,8	1/1,96
	$N_{120}P_{80}K_{180}$	190,88	129,10	67,6	61,78	32,4	1/2,09
ЕС Белла	$N_{40}P_{20}K_{60}$	122,15	81,30	66,6	40,85	33,4	1/1,99
	$N_{60}P_{35}K_{90}$	134,2	90,40	67,4	43,80	32,6	1/2,06
	$N_{80}P_{50}K_{120}$	143,06	97,10	67,9	45,96	32,1	1/2,11
	$N_{100}P_{65}K_{150}$	162,01	110,43	68,2	51,58	31,8	1/2,14
	$N_{120}P_{80}K_{180}$	178,68	123,90	69,3	54,78	30,7	1/2,26
$НІР_{0,5}$		*14,31*	*9,12*	–	*1,29*	–	–

У співвідношеннях між показниками основної та побічної продукції

Збір сухої речовини з одиниці площі залежить від рослинної маси та її вологості. Формування та накопичення сухої речовини залежить від низки чинників, як регульованих, так і нерегульованих факторів навколишнього середовища.

Утворення сухої речовини на 90-95% є результатом діяльності процесу фотосинтезу. Тому кількість накопиченої та синтезованої сухої речовини залежить від діяльності сформованого листкового апарату рослин, його стану та тривалості функціонування. Важливе значення на формування площі листків має забезпечення вологою та елементами живлення на всій стадії росту та розвитку листкового апарату.

Дослідження показали, що розвиток рослин, формування ними вегетативної маси та накопичення сухих речовин визначалися впливом досліджуваних чинників. Маса одного рослини соняшнику за результатами досліджень залежала від варіантів удобрення та особливостей вивчених гібридів. Істотний вплив мали і погодні умови років проведення досліджень.

Маса сухої речовини однієї рослини зростала при збільшенні норми внесення добрив, досягаючи максимальних показників на варіантах із застосуванням $N_{120}P_{80}K_{180}$. Водночас у гібриді РЖТ Волльф маса однієї рослини в середньому за роки досліджень варіювала від 113,1 до 188,8 грамів на рослину. Гібрид Альзан характеризувався показниками, які становили відповідно 111,1-181,9, ЕС Белла – 118,5-172,2 грамів на рослину. Найбільшу масу однієї рослини було отримано на варіанті із застосуванням $N_{120}P_{80}K_{180}$ при вирощуванні соняшника гібрида РЖТ Волльф – 188,9 грамів (табл. 3.9).

Загальне накопичення сухих речовин прямо залежить від рівня мінерального живлення. Кожне підвищення норми добрив дає приріст біомаси, хоча ефективність кожної додаткової порції поживних речовин зменшується. Ретардант забезпечує загальну продуктивність фотосинтезу. Основна частина синтезованої органічної речовини спрямовується на формування вегетативних органів – стебел та листків. Менша частка надходить у генеративні органи.

Високе живлення та застосування ретарданту дещо посилює вегетативний ухил розподілу асимилятів.

Визначення співвідношення між основною та побічною продукцією засвідчило, що при збільшенні норми внесених добрив цей показник зростає. Така тенденція простежувалася при вирощуванні всіх досліджуваних гібридів. Співвідношення між масою основної та побічної продукції у гібриді РЖТ Волльф залежно від варіанта удобрення 1 :1 ,85-2,05, Альзан – 1 :1 ,88-2,08, ЕС Белла – 1 :1,98-2,25.

Це говорить про те, що з підвищенням норми застосування мінеральних добрив росте маса сухих речовин цих рослин, проте елементи живлення сприяють формуванню більшої кількості вегетативної маси, а не врожаю основної продукції.

Вплив дій регулятора росту на утворення сухих речовин рослин соняшнику також було виявлено. Чітко простежується ріст загальної маси рослин до варіантів без застосування ретарданту, відповідно збільшилася і частка суміші в загальній масі рослин.

За таких умов маса сухих речовин однієї рослини при вирощуванні РЖТ Волльф становила 121,47-193,8 грамів, Альзан – 119,61-190,87; ЕС Белла – 122,14-178,67 грамів. У складі між показниками основної та побічної продукції спостерігається аналогічна залежність до варіантів без застосування ретарданту.

Суха речовина, яку накопичували посіви соняшнику, залежала від досліджуваних чинників та погодних умов років досліджень. Варто зазначити, що в розрізі років досліджень спостерігалася істотна різниця між цими показниками.

Кількість накопиченої сухої речовини визначалася генетичними особливостями гібридів, які підлягали вивченню, та містяться між сухою вегетативною масою та врожайністю основної продукції гібрида.

Максимальні значення накопиченої сухої речовини були отримані при внесенні максимальної кількості добрив – $N_{120}P_{80}K_{180}$. Така залежність проявляється у всіх досліджуваних гібридів.

У гібриді РЖТ Волльф за варіантами удобрення накопичувалася найбільша кількість сухих речовин, за варіантом з використанням $N_{40}P_{20}K_{60}$. Показники під впливом підвищення становили від 6,28 до 10,72 тонн на гектар. У гібриди Альзан показники варіювали в розділі від 6,48 до 9,73 тонн на гектар. Гібрид ЕС Белла характеризувався кількістю накопиченої сухої речовини, яка змінювалася залежно від норми добрив від 6,4 до 9,20 тонн на гектар (табл. 3.9).

Застосування регулятора росту Сетар забезпечувало зростання сухих речовин у розрізі років досліджень у межах від 3 до 9%. Тоді як у середньому за 2024-2025 роки спостерігалося збільшення накопиченої посівної речовини сухої речовини до варіантів без застосування ретарданту на 2-8%.

Максимальні показники накопиченої сухої речовини були отримані на варіантах із застосуванням максимальної кількості добрив $N_{120}P_{80}K_{180}$. Залежно від гібриди показники під дію ретарданту встановили: у гібриди РЖТ Волльф – 10,7 тонн на гектар, Альзан – 10,15, ЕС Белла – 9,92 тонн на гектар.

Забеспечення високих урожаїв у соняшнику значною мірою виявляється як обґрунтовано-кліматичними умовами регіону, так і погодними умовами протягом усього вегетаційного періоду, забезпеченням культури основними елементами живлення, генетичними особливостями гібридів та сортів, що вирощуються, їх потенціалом, пластичністю та стабільністю.

Урожайність будь-якої культури, зокрема соняшника, є результатом складної взаємодії рослин з умовами зовнішнього середовища. У соняшнику основними складовими врожаю та його структурними одиницями є діаметр кошика та маса 1000 насінин. Впливаючи на будь-який із цих показників продуктивності рослин та аналізуючи причини та дослідження змін продуктивності за різних технологічних прийомів, розробляють системні підходи для підвищення продуктивності рослин.

Аналіз елементів структури врожаю показав, що при збільшенні норми добрив відбувається збільшення діаметра кошика. Така залежність простежувалася на всіх варіантах удобрення. Застосування препарату Сетар сприяло збільшенню діаметра кошика на 0,1-0,5 сантиметрів залежно від гібрида та норм добрив.

Кількість насінин у кошику під впливом норми добрив у гібриді РЖТ Волльф змінювалася від 744 до 935 штук, Альзан – 728-941, ЕС Белла – 733-945 штук. Використання ретарданту забезпечило формування більшої кількості сім'янок, кількість яких у кошику змінювалася під впливом генетичних особливостей: у гібридах РЖТ Волльф від 763 до 961 штук, Альзан – 737-955, ЕС Белла – 752-966 штук.

На масу 1000 насінин впливали як особливості гібрида, так і варіанти удобрення. Використання ретарданту дало позитивний результат на зазначений показник з динамікою в бік зростання. Маса 1000 насінин під впливом досліджуваних чинників при вирощуванні гібрида РЖТ Волльф становила 54,5-58,7 грамів, Альзан – 53,9-56,4, ЕС Белла – 54,4-58,4 грамів (табл. 3.10).

Таблиця 3.10

Виповненість кошиків соняшнику у досліді (середнє за 2023–2025 рр.), %

Гібрид	Застосування ретарданту	Варіанти удобрення				
		$N_{40}P_{20}K_{60}$	$N_{60}P_{35}K_{90}$	$N_{80}P_{50}K_{120}$	$N_{100}P_{65}K_{150}$	$N_{120}P_{80}K_{180}$
РЖТ Волльф	1*	73,6	80,3	84,3	89,1	92,4
	2*	76,4	81,4	85,6	92,3	92,6
Альзан	1*	72,4	79,8	84,1	88,7	91,8
	2*	74,6	80,7	85,4	90,1	92,1
ЕС Белла	1*	73,1	79,1	84,2	89,5	90,9
	2*	75,3	80,4	85,1	91,6	92,5

**НІР$_{0,5}$* для будь-яких середніх – *1,31; НІР$_{0,5}$* для чинників: «*Гібрид» – 1,12; «Варіанти удобрення» – 1,18; «застосування ретарданту» – 1,02*

Примітка: 1 – обробка водою; 2*– застосування ретарданту Сетар.

Варто зазначити, що при вирощуванні гібридів РЖТ Волльф та Альзан максимальна маса 1000 насінин була отримана на варіантах із внесенням $N_{100}P_{65}K_{150}$, тоді як у гібриду ЕС Белла – $N_{120}P_{80}K_{180}$.

До структурних елементів урожаю соняшнику належить і виповненість кошиків. Зазначений параметр залежить від низки чинників, одним з яких є збалансованість живлення. Недостача фосфору негативно впливає на формування та налив їжі та обмежує продуктивність соняшника. Достатня кількість фосфору потребує посухостійкості рослин та олійності споживання.

Поглинання фосфору рослинами в період від сходів до цвітіння і накопичується в стеблах та листках, а пізніше переміщується в кошик і в кінцевому результаті в сім'янку. 60-70% від усієї потреби у фосфорі рослини поглинають у період формування кошика – завершення цвітіння.

Результати досліджень показали, що створені варіанти дослідження умови живлення чинили позитивний ефект на виповненість кошиків рослин соняшнику. Принні норми добрив спостерігалася вища виповненість. При цьому відзначили різницю у показниках не лише під впливом удобрення, а й генетичних особливостей гібрида.

Найбільш виповненими були кошики рослин соняшнику на варіантах із застосуванням максимальної норми удобрення $N_{120}P_{80}K_{180}$. Така динаміка простежувалася у всіх гібридів. Виповненість кошиків сягала залежно від гібрида на варіанті з внесенням $N_{120}P_{80}K_{180}$ від 91,3 до 92,5% (табл. 3.10).

Аналіз урожайності соняшника протягом багатьох років досліджень для ефективних варіантів внесення добрив та обробки ретардантом показав різницю в реакції гібридів, особливо в роки з недостатньою кількістю опадів та підвищених температур.

Результати досліджень показали, що застосування мінеральних добрив мало позитивний вплив на формування продуктивності посівів гібридів соняшнику. При збільшенні норм добрив спостерігалося підвищення урожайності культури.

Погодні умови років досліджень також вплинули на формування продуктивності культури. Найбільш сприятливим для зростання, розвитку та повної реалізації генетичного потенціалу культури виявився 2025 рік.

Баланс між харчовою та побічною продукцією зміщується на застосуванні вегетативної маси при інтенсифікації живлення. Ретардант підсилює цю тенденцію, хоча і незначно. Це означає, що рослини залишаються більш потужними структурно, накопичуючи резерви у стеблах та листках.

У варіантах із застосуванням регулятора росту Сетар було відмічено показники зростання, і вони становили: РЖТ Волльф – 2,32-3,77, Альзан – 2,22-3,44, ЕС Белла – 2,16-3,22 тонн на гектар.

У 2024 році урожайність змінювалася на варіантах, де вирощували гібрид РЖТ Волльф під впливом удобрення та ретарданту в категорії 2,08-3,53, Альзан – 2,02-3,21, ЕС Белла – 1,94-3,03 тонн на гектар.

2025 рік характеризувався найвищою врожайністю за роки досліджень. Показники погодних умов 2025 року становили у гібриди РЖТ Волльф – 2,18-3,88, Альзан – 2,17-3,54, ЕС Белла – 2,04-3,44 тонн на гектар (табл. 3.11).

Усі досліджувані генотипи позитивно реагують на покращення та обробку ретардантом, але масштаб відповідних різний. Це підтверджує різну норму реакції генотипів на умови вирощування та можливість підбору оптимальної комбінації гібрид-агротехнології.

Обидва фактори (удобрення та ретардант) діють узгоджено, компенсуючи негативні сторони одного. Добрива стимулює ріст, але може спричинити сильні прояви та вилягання. Ретардант оптимізує архітектурну посіву, перерозподіляючи ріст з вертикального на радіальний та збільшуючи міцність конструкції рослини. Існує рівень удобреності, після якого додаткового вкладення дають мінімальну приріст продуктивності. Це критична точка для прийняття господарських рішень про економічну доцільність максимальних доз.

Таблиця 3.11

Урожайність гібридів соняшнику, (2023–2025 рр.),т/га

Рік	Варіанти удобрення	РЖТ Вольльф		Альзан		ЕС Белла	
		1*	2*	1*	2*	1*	2*
2023	$N_{40}P_{20}K_{60}$	2,12	2,31	2,08	2,21	2,07	2,17
	$N_{60}P_{35}K_{90}$	2,52	2,69	2,44	2,62	2,21	2,34
	$N_{80}P_{50}K_{120}$	2,78	2,97	2,68	2,91	2,51	2,68
	$N_{100}P_{65}K_{150}$	3,48	3,61	3,06	3,30	2,88	3,12
	$N_{120}P_{80}K_{180}$	3,51	3,78	3,19	3,45	2,96	3,21
	$\bar{X} \pm S_x$	*2,88± 0,27*	*3,07± 0,28*	*2,69± 0,28*	*2,90± 0,23*	*2,53± 0,18*	*2,70± 0,21*
	V, %	***21,06***	***20,12***	***16,85***	***17,40***	***15,61***	***17,02***
2024	$N_{40}P_{20}K_{60}$	2,09	2,22	2,03	2,14	1,95	2,09
	$N_{60}P_{35}K_{90}$	2,22	2,56	2,31	2,44	2,15	2,24
	$N_{80}P_{50}K_{120}$	2,55	2,78	2,51	2,70	2,47	2,56
	$N_{100}P_{65}K_{150}$	3,06	3,32	2,91	3,12	2,70	2,95
	$N_{120}P_{80}K_{180}$	3,21	3,54	3,03	3,22	2,82	3,04
	$\bar{X} \pm S_x$	*2,63± 0,22*	*2,88± 0,24*	*2,56± 0,19*	*2,72± 0,20*	*2,42± 0,16*	*2,58± 0,19*
	V, %	***18,92***	***18,81***	***16,23***	***16,67***	***15,12***	***16,29***
2025	$N_{40}P_{20}K_{60}$	2,19	2,34	2,18	2,36	2,03	2,28
	$N_{60}P_{35}K_{90}$	2,58	2,79	2,56	2,79	2,29	2,49
	$N_{80}P_{50}K_{120}$	2,89	3,15	2,77	3,18	2,61	2,80
	$N_{100}P_{65}K_{150}$	3,49	3,77	3,15	3,47	2,98	3,35
	$N_{120}P_{80}K_{180}$	3,66	3,89	3,29	3,53	3,07	3,43
	$\bar{X} \pm S_x$	*2,96± 0,28*	*2,88± 0,24*	*2,56± 0,19*	*2,72± 0,20*	*2,42± 0,16*	*2,58± ,19*
	V, %	***20,76***	***20,51***	***16,08***	***16,03***	***17,08***	***17,78***
НІР$_{0,5}$ для будь-яких середніх – *0,19; НІР$_{0,5}$* для чинників: «*Гібрид*» – *0,11; «Варіанти удобрення» – 0,21; «застосування ретарданту» – 0,09*							

Примітка: 1 – без обробки; 2* – застосування ретарданту Сетар.

Проаналізувавши середні показники врожайності гібридів соняшника за роки досліджень, варто зазначити, що максимальні значення врожайності були отримані на всіх варіантах удобрення при вирощуванні гібрида РЖТ Волльф. Застосування ретарданту сприяло забезпеченню приростів урожайності залежно від варіантів удобрення, передбачених схемою дослідження.

Таблиця 3.12

Показники врожайності гібридів соняшнику за впливу удобрення та дії ретарданту (середнє 2023−2025 рр.), т/га

Варіанти удобрення	РЖТ Волльф		Альзан		ЕС Белла	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*
$N_{40}P_{20}K_{60}$	2,14	2,29	2,09	2,24	2,06	2,18
$N_{60}P_{35}K_{90}$	2,44	2,68	2,44	2,62	2,22	2,36
$N_{80}P_{50}K_{120}$	2,74	2,97	2,65	2,93	2,53	2,68
$N_{100}P_{65}K_{150}$	3,34	3,57	3,04	3,30	2,85	3,14
$N_{120}P_{80}K_{180}$	3,46	3,74	3,17	3,40	2,95	3,23
$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	*2,82± 0,25*	*3,05± 0,27*	*2,68± 0,20*	*2,90± 0,22*	*2,52± 0,17*	*2,72± 0,21*
V, %	***20,13***	***19,86***	***16,45***	***16,59***	***15,30***	***17,05***
$НІР_{0,5}$ для будь-яких середніх – *0,18; $НІР_{0,5}$* для чинників: «*Гібрид» – 0,10; «Варіанти удобрення» – 0,18; «застосування ретарданту» – 0,08*						

*Примітка: 1 – без обробки; 2 – застосування ретарданту Сетар.

У середньому за роки дослідження гібриди соняшнику формували врожайність під впливом варіантів удобрення та дії Сетару, яка сягала для гібриду РЖТ Волльф – 2,14-3,74, Альзан – 2,09-3,40, ЕС Белла – 2,06-3,23 тонн на гектар (табл. 3.12).

Розрахунок частки участі чинників у формуванні продуктивності гібридів соняшнику в дослідженні показав, що найбільший вплив на врожайність мали варіанти удобрення. Частка їх впливу склала 48,7%. Тоді як на вплив

генетичних особливостей гібридів належало 13,7%, на обробку ретардантом – 4,8%, на погодні умови років досліджень – 15,8% (рис. 3.1).

Максимальний показник урожайності при вивченні впливу досліджуваних чинників був отриманий при вирощуванні гібриду Волльф на варіанті з внесенням $N_{120}P_{80}K_{180}$ та обробці ретардантом Сетар, який досяг 3,78 тонн на гектар.

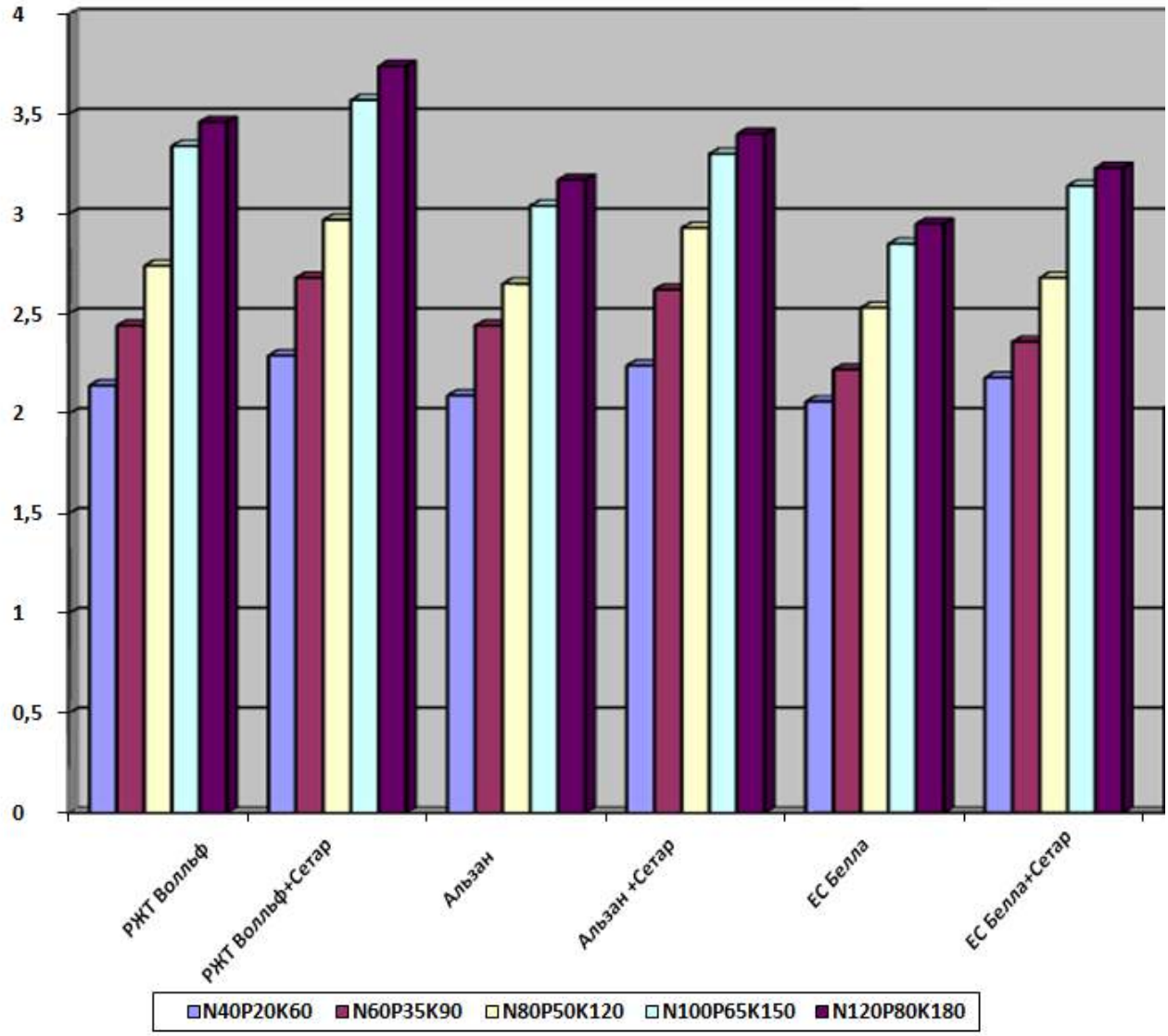

Рис. 3.1. Урожайність гібридів соняшнику за впливу удобрення та дії ретарданту, т/га (середнє 2023−2025 рр.)

Між варіантами удобрення та врожайністю гібридів соняшника простежується чітка кореляційна залежність з коефіцієнтом кореляції 0,945-0,974 залежно від гібрида.

Таким чином, параметри біометричних показників рослин соняшнику залежали від варіантів застосування добрив, генетичних особливостей досліджуваних гібридів та дій ретарданту. Максимальні біометричні параметри (висота, діаметр стебла, кількість листків у рослин на стадії ВВСН 64-68) були отримані при вирощуванні гібриду РЖТ Волльф на варіанті з внесенням $N_{120}P_{80}K_{180}$. Застосування регулятора росту Сетар забезпечувало зменшення висоти рослин, сприяння росту кількості листків на рослині та діаметра стебла.

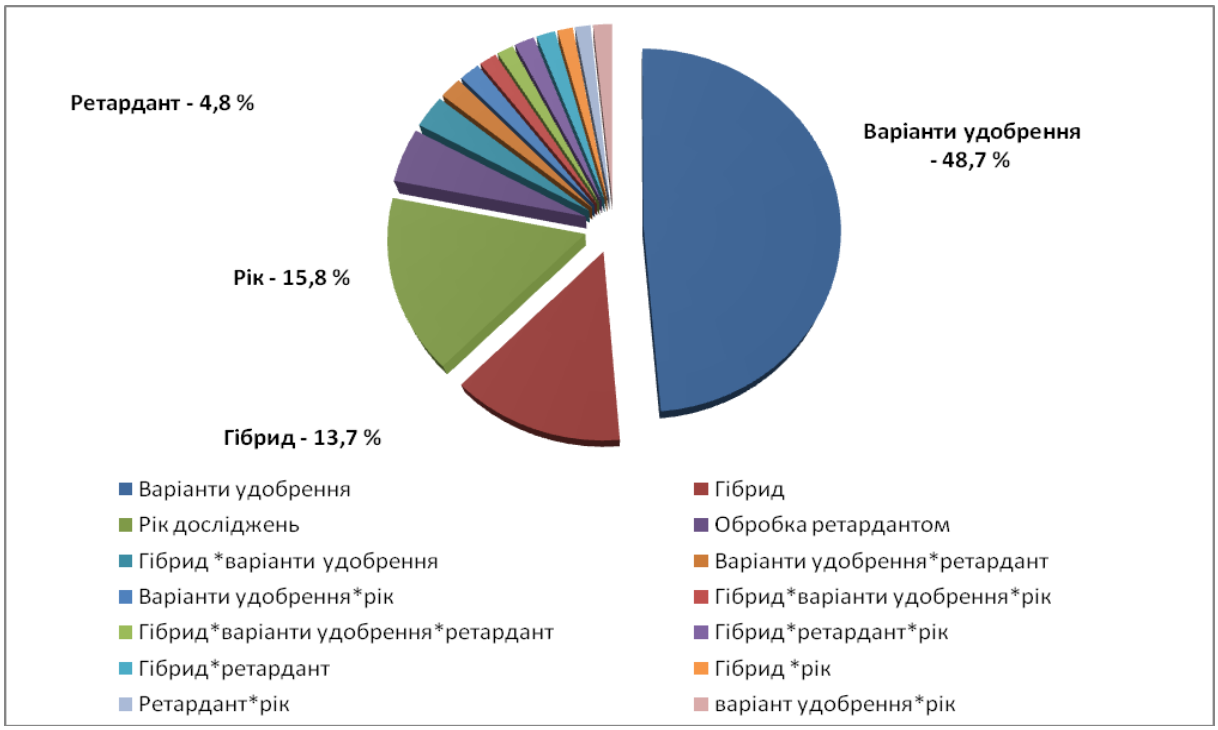

Рис. 3.2. Частка участі чинників у формуванні врожайності гібридів соняшнику (2023−2025 рр.)

Висновки до розділу 3

Біометричні показники рослин соняшнику істотно залежали від системи мінерального живлення, генотипових особливостей досліджуваних гібридів та застосування регулятора росту. Найвищі параметри лінійного росту були зафіксовані в гібриді РЖТ Волльф на варіантах з максимальними нормами удобрення.

Застосування мінеральних добрив мало статистично достовірний позитивний ефект на висоту рослин соняшнику. У гібриді РЖТ Волльф при

збільшенні норми внесення добрив висота модифікувалася від 150,8 до 175,1 сантиметрів, Альзан – 145,7-169,5, ЕС Белла – 145,8-169,8 сантиметрів.

Обробка посівів регулятором росту Сетар забезпечила зниження висоти рослин досліджуваних гібридів соняшнику на 13,2-21,0 сантиметрів залежно від особливостей гібрида та варіанта системи покращення, що є фактором підвищення стійкості посівів до вилягання.

Діаметр стебла рослин соняшнику модифікувався під впливом генетичних особливостей гібридів, системи удобрення та дії регулятора росту. Максимальний діаметр стебла був отриманий у всіх досліджуваних гібридів на варіанті з внесенням $N_{120}P_{80}K_{180}$ з показниками від 3,13 до 3,26 сантиметрів.

Маса сухої речовини однієї рослини зростала при збільшенні норми внесення добрив, досягаючи максимальних показників на варіантах із застосуванням $N_{120}P_{80}K_{180}$. У гібриді РЖТ Волльф маса однієї рослини в середньому за роки досліджень варіювала від 113,1 до 188,8 грамів на рослину.

Застосування регулятора росту Сетар забезпечувало зростання накопиченої сухої речовини відповідно до варіантів без застосування ретарданту на 2-8% у середньому за роки досліджень.

Підвищення норми удобрення забезпечувало збільшення діаметра кошика у рослин усіх досліджуваних гібридів. Застосування ретарданту сприяло збільшенню діаметра кошика на 0,1-0,5 сантиметрів залежно від гібрида та норм добрив.

Кількість насінин у кошику під впливом норми добрив у гібриді РЖТ Волльф змінювалася від 743 до 936 штук, Альзан – 729-940, ЕС Белла – 732-944 штук. Використання ретарданту забезпечило формування більшої кількості сім'янок у всіх досліджуваних гібридів.

Маса 1000 насінин під впливом досліджуваних чинників при вирощуванні гібрида РЖТ Волльф становила 54,7-58,7 грамів, Альзан – 53,7-56,6, ЕС Белла – 54,4-58,6 грамів, що відповідає вимогам високоякісного насіннєвого матеріалу.

Створені у варіантах дослідження умови живлення чинили позитивний ефект на виповненість кошиків рослин соняшнику. Виповненість кошиків сягала залежно від гібрида на варіанті з внесенням $N_{120}P_{80}K_{180}$ від 91,2 до 92,6%.

Гібриди соняшнику формували врожайність, яка в середньому за роки досліджень під впливом дії ретарданту становила у гібридів РЖТ Волльф – 2,15-3,73, Альзан – 2,08-3,41, ЕС Белла – 2,07-3,22 тонн на гектар.

Факторіальний аналіз показав, що найбільший вплив на врожайність мали варіанти удобрення – 48,7%, вплив генетичних особливостей гібридів становив 13,7%, обробки ретардантом – 4,8%, погодні умови років досліджень – 15,8%.

Максимальний показник урожайності при вивченні впливу досліджуваних чинників був отриманий при вирощуванні гібридиа Волльф на варіанті з внесенням $N_{120}P_{80}K_{180}$ та обробці ретардантом Сетар – 3,77 тонн на гектар.

Між варіантами удобрення та врожайністю гібридів соняшнику простежується чітка кореляційна залежність з коефіцієнтом кореляції 0,95-0,97 залежно від ролі гібрида, що підтверджує значущість системи мінерального живлення у формуванні продуктивності культури.

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ

Методологія економічної оцінки базується на системному аналізі натуральних та вартісних показників. Технологічні карти виступають основою для детального розрахунку всіх статей витрат, починаючи від придбання насіннєвого матеріалу і завершуючи транспортування готової продукції. Такий підхід дозволяє найбільш витратні операції та оптимізувати технологічний процес загалом [1, 2].

Аналіз економічної ефективності досліджуваних агротехнологічних прийомів проводився з урахуванням реальних цін на засоби виробництва. Вартість насіннєвого матеріалу різних гібридів суттєво варіювала: РЖТ Волльф оцінювався у 6300 грн за посівну одиницю, Альзан – 3145 грн, ЕС Белла – 6540 грн. Регулятор росту Сетар мав ціну 9600 грн за 5-літрову упаковку.

Базовий рівень прямих виробничих витрат, що включає операції з підготовки грунту, догляду за посівами, збирання та транспортування, а також захисту рослин від шкідників і хвороб, становив 10998 гривень на гектар. Ця величина була однаковою для всіх варіантів дослідження та змінювалася лише за рахунок додаткових витрат на окремі елементи технології (Додаток А).

Структура витрат значною мірою залежала від інтенсивності мінерального живлення. За найменшої норми добрив $N_{40}P_{20}K_{60}$ загальні витрати на гібриду РЖТ Волльф досягли 19631 грн/га без використання ретарданту та 20591 грн/га при його застосуванні. Частка добрив у загальній структурі витрат становила приблизно третину всіх вкладень. При збільшенні норми внесення до $N_{120}P_{80}K_{180}$ сукупні витрати зросли до 32650 грн/га та 33610 грн/га відповідно.

Для гібрида Альзан, який характеризувався найнижчою вартістю вмісту, загальні витрати були дещо меншими. За мінімальною нормою удобрення вони становили 18369 грн/га без ретарданту, а за максимальною – 31388 грн/га. Застосування регулятора росту додавало до витрат 960 гривень на гектар у всіх варіантах, що становило від 2,84% до 4,71% залежно від базового рівня витрат.

Гібрид ЕС Белла з найвищою вартістю демонстрував витрати на рівні 19727-32746 грн/га без обробки ретардантом. Таким чином, вибір гібрида та схеми удобрення визначають кількість загальних витрат майже в 1,8 рази.

Питома вага мінеральних добрив у загальних витратах продемонструвала тенденцію до зростання при інтенсифікації живлення. За мінімальною нормою $N_{40}P_{20}K_{60}$ добрива становили близько 31-33% витрат, тоді як за нормою $N_{120}P_{80}K_{180}$ їх частка досягала 57-59%. Це підтвердило про значний вплив системи удобрення на економіку технологічного процессу.

Економічна ефективність вирощування соняшника значною мірою визначається рівнем урожайності та якісними показниками продукції. Вартість валової продукції розраховувалася з урахуванням базової ціни реалізації та коригувалась залежно від вмісту олії в насінні відповідно з еталонним показником.

За вирощування гібрида РЖТ Волльф з мінімальним удобренням $N_{40}P_{20}K_{60}$ без обробки ретардантом валовий прибуток становив 35302 грн/га при врожайності 2,14 т/га та вмісті жиру 50,1%. Застосування регулятора росту Сетар сприяло підвищенню цього показника до 37787 грн/га за рахунок збільшення врожайності до 2,29 т/га. Доплата за підвищений вміст жиру становила відповідно 420 та 460 гривень (Додаток Б).

Інтенсифікація живлення до рівня $N_{60}P_{35}K_{90}$ забезпечила зростання валового прибутку до 40272 грн/га без ретарданту та до 44284 грн/га при його використанні. Подальше підвищення норм добрив до $N_{80}P_{50}K_{120}$ супроводжувалося підвищенням показників до 45342 та 49171 грн/га відповідно. Максимальні значення валового прибутку для цієї гібриди спостерігалися за нормами $N_{100}P_{65}K_{150}$ – 54247 грн/га без обробки та 58231 грн/га з обробкою ретардантом.

Варто зазначити, що за найвищою нормою удобрення $N_{120}P_{80}K_{180}$ валовий прибуток дещо знизився до 55418 грн/га без ретарданту, незважаючи на підвищення врожайності до 3,46 т/га. Це пов'язано зі зниженням вмісту жиру до 45,2% та відповідно до знижки від базової ціни на суму 980 гривень.

Застосування ретарданту частково компенсувало цей негативний ефект, забезпечивши валовий прибуток на рівні 60052 грн/га.

Гібрид Альзан характеризувався дещо нижчими показниками валового прибутку. За мінімального удобрення він становив 33402 грн/га без ретарданту та 35952 грн/га з його застосуванням. При цьому спостерігалася знижка за вміст жиру 46,1%, що знизило виручку на 665 гривень. За оптимальної норми $N_{100}P_{65}K_{150}$ валовий прибуток досягав 48467 грн/га та 52915 грн/га відповідно.

Для гібриду ЕС Белла найвищі показники валового доходу спостерігалися за нормами $N_{100}P_{65}K_{150}$ – 46500 грн/га без ретарданту та 50727 грн/га при його використанні.

Аналіз даних показує, що застосування ретарданту Сетар забезпечувало приріст валового прибутку в межах 2485-4634 гривень на гектар залежно від гібрида та норми удобрення. Найбільший ефект спостерігався на фоні високих норм мінерального живлення, що пов’язано з кращою реалізацією потенціалу врожайності та підтриманням оптимальних якісних показників.

Чистий прибуток як ключовий індикатор економічної ефективності технологічних рішень розраховувався як різниця між валовим прибутком та сукупними витратами на вирощування.

За вирощування гібрида РЖТ Волльф чистий прибуток коливався від 15671 грн/га за мінімальною нормою удобрення без ретарданту до 27804 грн/га за оптимального поєднання елементів технології. Використання норми $N_{100}P_{65}K_{150}$ з обробкою посівів регулятором росту Сетар забезпечило найвищу економічну віддачу. При цьому рівень рентабельності досягав 91,4%, що свідчить про високу ефективність капіталовкладень.

Застосування ретарданту на фоні різних норм удобрення забезпечувало приріст чистого доходу. За норми $N_{40}P_{20}K_{60}$ він становив 1525 грн/га, за $N_{60}P_{35}K_{90}$ – 3352 грн/га, за $N_{80}P_{50}K_{120}$ – 2869 грн/га, за $N_{100}P_{65}K_{150}$ – 3024 грн/га, за $N_{120}P_{80}K_{180}$ – 3674 грн/га. Така динаміка підтверджує економічну доцільність використання регулятора росту у всіх варіантах дослідження (Додаток В).

Для гібрида Альзан значення чистого прибутку становило 15033-23750 грн/га. Максимальне значення було досягнуто за норми $N_{100}P_{65}K_{150}$ із застосуванням ретарданту. Рентабельність виробництва за цим варіантом склала 81,4%. Приріст прибутку від використання Сетару коливався від 1590 до 3488 гривень на гектар, що забезпечувало окупність додаткових витрат.

Гібрид ЕС Белла характеризувався чистим доходом у межах 12982-20204 грн/га. Найменші показники спостерігалися за нормами $N_{60}P_{35}K_{90}$ без обробки ретардантом через недостатню урожайність. Оптимальним виявився варіант з $N_{100}P_{65}K_{150}$ та застосуванням Сетару, що забезпечило рентабельність на рівні 66,2%.

Порівняльний аналіз економічної ефективності різних гібридів показав переваги РЖТ Волльф за можливих варіантів удобрення. Гібрид Альзан займає проміжне положення, забезпечуючи стабільні показники прибутковості за розміром капіталовкладень.

Результати економічного аналізу свідчать про нелінійний характер незалежного прибутку від норми мінеральних добрив. Початкове збільшення доз елементів живлення супроводжувалося інтенсивним зростанням економічних показників завдяки суттєвому підвищенню врожайності. Проте подальша інтенсифікація удобрення не завжди призводила до пропорційного підвищення прибутковості.

За норми $N_{40}P_{20}K_{60}$ для всіх гібридів спостерігався найнижчий рівень чистого прибутку через недостатню реалізацію продуктивного потенціалу. Перехід до норми $N_{60}P_{35}K_{90}$ забезпечив приріст прибутку на 1444-3072 грн/га залежно від гібрида та використання ретарданту. Збільшення удобрення до $N_{80}P_{50}K_{120}$ давало додатковий приріст прибутку на 1131-2969 грн/га.

Норма $N_{100}P_{65}K_{150}$ виявилася оптимальною для досліджуваних гібридів. За цим варіантом спостерігалося найкраще співвідношення між витратами на добрива та приростом урожайності з відповідною якістю продукції. Чистий прибуток додатково підвищився на 3198-5067 грн/га з варіантом $N_{80}P_{50}K_{120}$.

Подальше підвищення норми до $N_{120}P_{80}K_{180}$ призвело до зниження рентабельності виробництва, зростання витрат на добрива та зменшення зменшення вмісту жиру, що обумовило зниження чистого прибутку на 2012-4674 грн/га відповідно з оптимальним варіантом. Це підтверджує концепцію закону про спадкову родючість та необхідність утримання збалансованого мінерального живлення.

Ретардант Сетар забезпечив позитивний економічний ефект у всіх варіантах дослідження. Витрати на його застосування становили 960 грн/га, тоді як приріст чистого прибутку коливався від 1116 до 3674 грн. Найвища економічна віддача від використання регулятора росту спостерігалася на фоні високих норм удобрення, він сприяв покращенню структури врожаю та підвищенню олійності.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ У ЗВ'ЯЗКУ З ЗАСТОСУВАННЯМ РЕКОМЕНДОВАНИХ АГРОЗАХОДІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОНЯШНИКУ

Сучасне аграрне виробництво характеризується комплексним використанням технічних засобів, хімічних препаратів та різноманітних технологічних операцій, що потребують особливої уваги до питань безпеки працівників. Законодавча база України у сфері охорони праці ґрунтується на Конституції України, Законі України "Про охорону праці", Кодексі законів про працю та численних нормативно-правових актах, які регламентують безпечні умови виконання сільськогосподарських робіт [1, 2].

Працівники, які беруть участь у технологічних операціях з вирощування соняшника, повинні пройти обов’язковий попередній та періодичні медичні огляди для визначення придатності до виконання робіт. Особи, які не пройшли медичний огляд або мають медичні протипоказання, не допускаються до роботи з небезпечними речовинами та обладнанням.

Технологічні операції з внесення мінеральних добрив належать до робіт з підвищеним ризиком для здоров'я працівників через можливість контакту з хімічними речовинами. Мінеральні добрива, що використовуються при вирощуванні соняшника (азотні, фосфорні, калійні), можуть викликати подразнюючу дію на слизові та органи дихання.

Перед початком робіт із внесення добрив необхідно провести цільовий інструктаж працівників з акцентом на особливі небезпеки конкретних препаратів. Працівники повинні бути ознайомлені з властивостями добрив, можливими ризиками для здоров’я, правилами використання засобів індивідуального захисту, алгоритмом дій у разі виникнення нештатних ситуацій.

Засоби індивідуального захисту для працівників, зайнятих на внесені мінеральних добрив, включають: респіратори або протипилові маски для захисту органів дихання; захисні окуляри закритого типу; робочий одяг з щільної тканини, що повністю покриває тіло; гумові рукавички; робоче взуття

на гумовий підошві. Усі засоби захисту повинні відповідати державним стандартам та мати сертифікати відповідності.

Технічна справність обладнання для внесення добрив залежить від критичної ролі у забезпеченні безпеки працівників. Перед початком роботи необхідно перевірити справність розподільних механізмів, герметичність з'єднання, надійність кріплення робочих органів. Заправку добривами слід проводити на спеціально забезпечених майданчиках з твердим покриттям, забезпечених водопостачанням та пунктом для аварійного промивання очей.

Під час виконання робіт категорично забороняється: працювати без засобів індивідуального захисту; приймати їжу, палити на робочому місці; зберігати продукти харчування та питну воду поруч з добривами; дозаправляти обладнання при працюючому двигуні; залишати обладнання без нагляду при завантажених добривах. Працівники повинні зберігати безпечну відстань від робочих механізмів та не перебувати в небезпечних зонах.

Після завершення роботи необхідно очистити обладнання від залишків добрив, промити робочий одяг та засоби захисту, прийняти душ з милом. Забруднений одяг не можна зберегти разом із чистим або приносити додому. Спеціально обладнані приміщення для зберігання робочого одягу та засобів захисту повинні бути окремими від побутових приміщень.

Використання ретардантів та інших регуляторів вимагає особливої уваги до питань безпеки через високу біологічну активність цих препаратів. Ретардант Сетар, який застосовувався в дослідженнях, належить до препаратів третього класу небезпеки, що вимагає підтримки відповідних заходів безпеки при роботі з ним.

Приготування робочих розчинів ретардантів проводиться на спеціально обладнаних заправних майданчиках, віддалених не менше ніж на 200 метрів від житлових будівель, тваринницьких ферм, водопроводів. Майданчик має бути забезпечений навісом, водопостачанням, ємністю для приготування розчинів, засобами для ліквідації аварійних розливів. Заборонено готувати розчини вручну без використання спеціальних пристроїв для дозування.

Обладнання для обприскування посівів перед початком роботи підлягає обов'язковій перевірці на справність. Особливу увагу необхідно звернути на герметичність системи, справність розпилювачів, надійність кріплення штангів, роботу насоса. Наявність навіть незначних підтікань робочого розчину є підставою для зупинки роботи та усунення несправності.

Засоби індивідуального захисту при роботі з ретардантами включають: респіратор з фільтром відповідного класу захисту; захисні окуляри або лицьовий щиток; комбінезон з водовідштовхувальної тканини; гумовий фартух; гумові чоботи; гумові рукавички подовженого типу; головний убір. Усі елементи екіпіровки повинні бути справними та забезпечувати надійний захист від потрапляння препарату на шкіру та слизові.

Під час обробки посівів необхідно враховувати метеорологічні умови. Заборонено проводити обприскування для швидкості вітру понад 3 м/с, під час дощу, в період випадання роси, за температури повітря вище 25°С. Напрямок руху обприскувача має бути проти вітру або перпендикулярно до його напрямку, щоб уникнути потрапляння робочого розчину на працівника.

Санітарно-захисна зона під час обробки посівів регуляторами росту має бути розташована не менше 150 метрів від житлових будівель та 50 метрів від води. На цей період необхідно встановити переджувальні знаки та забезпечити недопущення людей і тварин у зону обробки. Після завершення обприскування встановіть термін очікування до входу на оброблену ділянку для проведення механізованих робіт (не менше 3 діб) та ручних робіт (не менше 7 діб).

Мінеральні добрива при неправильному використанні можуть стати джерелом забруднення поверхневих та підземних вод. Особливу небезпеку становлять азотні добрива, надлишок яких мігрує у водоносні горизонти. Тому норми внесення азотних добрив повинні розраховуватися з урахуванням вмісту рухомих форм азоту, потреби культури та коефіцієнтів використання поживних речовин.

Дослідження показали, що норма удобрення $N_{100}P_{65}K_{150}$ є оптимальною з позицій екологічної безпеки та економічної ефективності. За цією нормою

забезпечується достатнє живлення рослин соняшнику без значного накопичення залишкових форм елементів живлення у грунті. Збільшення доз добрив до рівня $N_{120}P_{80}K_{180}$ не супроводжується пропорційним зростанням урожайності, що призводить до неповного використання поживих речовин рослинами.

Фосфорні та калійні добрива характеризуються меншою рухливістю в порівнянні з азотом, однак їх сильне внесення може призвести до порушення балансу поживних елементів та погіршення агрохімічних властивостей грунту. Важливо підтримувати рекомендовані співвідношення NPK, що забезпечують збалансоване живлення рослин та підтримання родючості грунту.

Регулятори росту рослин, зокрема ретардант Сетар, відносяться до екологічно безпечніших препаратів. Вони характеризуються швидким розкладанням у навколишньому середовищі, не накопичуються в грунті та рослинній продукції. Період напіврозкладання Сетару в грунті становить 15-20 діб, що забезпечує його повну детоксикацію до збирання врожаю.

Вплив ретардантів на ґрунтову мікрофлору є мінімальним через низькі норми витрат препаратів та специфічний механізм, спрямований на регуляцію фізіологічних процесів у рослинах. Дослідження динаміки мікробіологічної активності після застосування Сетару не виявили істотних відхилень від контрольних варіантів, що підтверджує екологічну безпечність препарату.

Захист водних ресурсів від забруднення агрохімікатами забезпечується дотриманням санітарно-захисних зон навколо води. Забороняється внесення добрив та обробка посівів регуляторами росту в межах прибережних захисних смуг шириною від 25 до 100 метрів залежно від типу водного об'єкта. Заправні майданчики для приготування робочих розчинів повинні мати систему твердого покриття та відведення стічних вод для локалізації можливих розливів.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Максимальні показники площі листкової поверхні гібриди соняшнику сформували на 64–68 мікростадіях розвитку за шкалою ВВСН. Найбільші параметри асиміляційної поверхні були отримані при вирощуванні гібрида РЖТ Волльф на варіанті із внесенням $N_{120}P_{80}K_{180}$. Застосування ретарданту Сетар позитивно вплинуло на формування площі листкової поверхні рослин соняшнику.

2. Висота рослин соняшнику залежала від норми внесених добрив. У гібриді РЖТ Волльф зі збільшенням дози мінеральних добрив висота рослин зросла від 150,8 до 175,1 см, Альзан – від 145,6 до 169,6 см, ЕС Белла – від 145,9 до 169,9 см. Обробка посівів ретардантом Сетар забезпечила зменшення висоти рослин досліджуваних гібридів соняшнику на 13,2–21,1 см залежно від генетичних особливостей гібрида та варіанта удобрення.

3. Діаметр стебла рослин соняшнику змінювався за роками під впливом генетичних особливостей гібридів, удобрення та дії ретарданту. Максимальні показники діаметра стебла були отримані в усіх досліджуваних гібридів соняшнику у варіанті із внесенням найвищої дози добрив $N_{120}P_{80}K_{180}$ із значеннями від 3,14 до 3,25 см. Найбільшу кількість листків сформували рослини гібрида РЖТ Волльф. Під впливом варіантів удобрення кількість листків збільшилася від 19,9 до 26,6 штук від максимального показника на варіанті удобрення $N_{120}P_{80}K_{180}$.

4. Маса сухої речовини однієї рослини зростала зі збільшенням норми добрив, досягаючи максимальних показників на варіантах із застосуванням $N_{120}P_{80}K_{180}$. У гібриді РЖТ Волльф маса однієї рослини в середньому за роки досліджень змінилася від 113,1 до 188,8 г. З підвищенням норми добрив збільшувався діаметр кошика у всіх рослин досліджуваних гібридів. Використання ретарданту сприяло збільшенню діаметра кошика на 0,1–0,5 см залежно від гібрида та норм добрив.

5. Врожайність гібридів соняшника в середньому за роки залежно від варіантів покращення та дії ретарданту становила: РЖТ Волльф – 2,15–3,75

т/га, Альзан – 2,08–3,41 т/га, ЕС Белла – 2,07–3,24 т/га. Максимальний прибуток 27804 грн/га було отримано при вирощуванні гібрида РЖТ Волльф у варіанті із внесенням $N_{100}P_{65}K_{150}$ та використанням ретарданту Сетар.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Вирощувати гібрид соняшнику РЖТ Волльф , який забезпечує найвищу врожайність насіння серед досліджуваних гібридів.
2. Застосовувати мінеральні добрива в нормі $N_{100}P_{65}K_{150}$, що забезпечує оптимальний баланс між урожайністю, якістю насіння та економічною ефективністю вирощування.
3. Проводити обробку посівів ретардантом Сетар у дозі 0,5 л/га на 30–39 мікростадіях розвитку за шкалою ВВСН , що покращує морфометричні показники рослин, збільшує діаметр кошика та підвищує врожайність.

Впровадження запропонованих елементів технології вирощування соняшника дозволить господарствам Правобережного Лісостепу України підвищити продуктивність культури та рентабельність виробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агрономічні аспекти екологічно безпечного землеробства: монографія / А. В. Кохан, С. О. Фролов, В. В. Швартау та ін.; за ред. А. В. Кохана. Полтава : Дивосвіт, 2016. 120 с.

2. Агрономічні вимоги та технології вирощування соняшнику / О. В. Михайленко, С. П. Євтушенко, В. І. Гарбар та ін. Київ : Урожай, 2017. С. 21−29.

3. Гаврилюк М. М., Соколов В. М., Рябота О. М. Насінництво і насіннєзнавство олійних культур. Київ : Аграрна наука, 2002. 220 с.

4. Гамаюнова В. В., Кудріна В. С. Формування продуктивності соняшнику під впливом позакореневих підживлень сучасними біопрепаратами в умовах Південного Степу України. *Agrology*. 2020. Т. 3, № 4. С. 225–231.

5. Гангур В. В., Єремко Л. С., Кочерга А. А. Ефективність біостимуляторів за умови передпосівної обробки насіння соняшнику. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. № 2. С. 36–43. doi: 10.31210/visnyk2020.02.02.04.

6. Гарбар Л. А., Аврамчук В. І. Біометричні параметри рослин гібридів соняшнику за впливу удобрення та ретарданту. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2024. № 2 (108). URL: https://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/49473/15758.

7. Голунова Л. А. Анатомічна будова рослин *Glycine max Moench*. за дії штаму *Bradyrhizobium japonicum* та ретарданту. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка*. 2020. № 3–4. С. 98–104.

8. Гомля Л. М., Сухомлин А. П. Морфологічна характеристика та органогенез культурного соняшнику. *Біологічні, медичні та науково-педагогічні аспекти здоров'я людини* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф.

Полтава, 2023. С. 29–33.

9. Гончаренко А. А., Білозорова І. М. Вплив ретардантів на урожайність та якість насіння соняшнику. *Сільськогосподарська наука і практика*. 2020. С. 45–49.

10. Городній М. М., Гончар О. М. Прикладна біохімія та управління якістю продукції рослинництва. Київ : Арістей, 2006. 484 с.

11. Господаренко Г. М. Система застосування добрив. Київ : ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2018. 376 с.

12. Гуляєв Б. І., Карлова А. Б., Кірізій Д. А. Вплив хлормекватхлориду та естерону на засвоєння цукровим буряком елементів мінерального живлення. *Фізіологія і біохімія культурних рослин*. 2007. Т. 39, № 5. С. 401–408.

13. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні. *Мінагрополітики та продовольства України*. 2024. URL : https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin.

14. Домарацький О. О., Сидякіна О. В., Іванів М. О., Добровольський А. В. Біопрепарат нового покоління групи Хелафіт у технології вирощування гібридів соняшнику на Півдні України. *Таврійський науковий вісник.* 2017. Вип. 98. С. 51–56.

15. Дослідна справа в агрономії : навч. посібник: у 2 кн. – Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи / А. О. Рожков, В. К. Пузік, С. М. Каленська та ін.; за ред. А. О. Рожкова. Харків : Майдан, 2016. 316 с.

16. Дослідна справа в агрономії : навч. посібник: у 2 кн. – Кн. 2. Теоретичні аспекти дослідної справи / А. О. Рожков, В. К. Пузік, С. М. Каленська та ін.; за ред. А. О. Рожкова. Харків : Майдан, 2016. 341с.

17. Ермантраут Е. Р., Гопцій Т. І., Каленська С. М., Криворученко Р. В., Тупчинова Н. П., Присяжнюк О. І. Методика селекційного експерименту (у рослинництві) : навч. посіб. Харків : Видавництво Харк. нац. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва, 2014. 229 с.

18. Єременко О. А., Калитка В. В. Вплив регуляторів росту рослин на

ріст, розвиток та формування врожаю соняшнику в умовах Південного Степу України. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2016. № 1(58). 11 с.

19. Класифікація соняшнику.URL : https://seller-seeds.com.ua/ua/a353647-klassifikatsiya-podsolnechnika.html.

20. Колесник О. М., Савченко Л. В. Вплив різних добрив на формування урожаю соняшнику в умовах Правобережного Лісостепу України. Наукові праці Одеського державного аграрного університету. 2020. С. 29–35.

21. Кохан А. В., Гангур В. В., Корецький О. Є., Лень О. І., Манько Л. А. Соняшник у сівозмінах лівобережного Лісостепу України. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2015. Вип. 18. С. 62–68.

22. Кохан А. В., Тоцький В. М., Лень О. І., Самойленко О. А. Урожайність соняшнику залежно від погодних умов та гібридного складу. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2020. № 28. С. 164–172.

23. Кур’ята В. Г. Ретарданти – модифікатори гормонального статусу рослин. *Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку*. Т. 1. / НАН України, Ін-т фізіології рослин і генетики, Укр. т-во фізіологів рослин; голов. ред. В. В. Моргун. Київ : Логос, 2009. С. 565–587.

24. Кур’ята В. Г., Поливаний С. В. Дія антигібереліновогo препарату хлормекватхлориду на структуру урожаю і якісні характеристики олії маку олійного. *Сільськогосподарські науки: Збірник наукових праць ВНАУ*. 2012. Вип. 1 (57). С. 90–93.

25. Кур’ята В. Г., Поливаний С. В. Потужність фотосинтетичного апарату та насіннєва продуктивність маку олійного за дії ретарданту фолікуру. *Фізіологія рослин і генетика*. 2015. Вип. 47, № 4. С. 313–320.

26. Мусатенко Л. І. Фітогормони і фізіологічно активні речовини в регуляції росту і розвитку рослин. *Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку*. Т. 1. / НАН України, Ін-т фізіології рослин і генетики, Укр. т-во фізіологів рослин; голов. ред. В. В. Моргун. Київ : Логос, 2009. С. 508–536.

27. Панасенко Євгеній, Гелевера Ольга. Врожайність соняшнику залежно від внесення добрив в умовах Лісостепу / Сучасні технології агропромислового виробництва. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції. Кропивницький: ЦНТУ, 2024. С.190-191.

28. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур: підручник. 5-те вид., виправ., доповн. Львів : НВФ «Українські технології», 2021. 808 с.

29. Піньковський Г. В., Мащенко Ю. В. Вплив елементів живлення на родючість ґрунту та продуктивність соняшнику в Правобережному Степу України. *Таврійський науковий вісник. Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво*. 2019. № 107. С. 145–150.

30. Покопцева Л. А., Богославський Є. В. Продуктивність соняшнику гібриду Андромеда за дії мікроелементів в умовах Степу України. *Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових досліджень у виробництво*: матеріали доповідей Міжнар. наук.-практ. конф. Миколаїв, 16–18 жовт. 2019 р. Миколаїв, 2019. С. 66–67.

31. Рогач В. В., Попроцька І. В., Кур'ята В. Г. Дія гібереліну та ретардантів на морфогенез, фотосинтетичний апарат і продуктивність картоплі. *Вісник Дніпропетровського університету.* 2016. Т. 24(2). С. 416– 420.

32. Рогач Т. І. Особливості морфогенезу і продуктивність соняшнику за дії трептолему. *Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку*. Т. 1 / НАН України, Ін-т фізіології рослин і генетики, Укр. т-во фізіологів рослин; голов. ред. В .В. Моргун. Київ : Логос, 2009. С. 680–686.

33. Ткаліч І. Д. Соняшникова країна. Пропозиція. 2003. № 12. С. 34–35.

34. Ткаліч Ю. І. Вплив мікродобрив і стимуляторів росту рослин на продуктивність соняшнику у Північному Степу України. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2016. № 23. С. 169–177.

35. Ходаніцька О. О., Кур'ята В. Г. Аналіз дії хлормекватхлориду на продукційний процес льону олійного сорту Орфей. *Вісник Вінницького*

політехнічного інституту. 2014. № 2. С. 30–33.

36. Ходаніцька О., Ходаніцький В. Застосування ретардантів на посівах соняшнику. *Пропозиція*. 2018. URL : https://propozitsiya.com/ua/primenenie-retardantov-na-posevah- podsolnechnika.

37. Шерстобоєва О.В., Чабанюк Я.В. Вплив сумісного застосування тебуконазолу та іополіциду на врожайність озимої пшениці. *Аграрна наука – виробництву: Наук.інформ. бюл. завершених наук. розробок.* 2014. № 1. С. 5.

38. Щербаков В. Я., Лазер П. Н., Яковенко Т. Н. Сучасний стан та перспективи виробництва олійних культур в Україні. *Таврійський науковий вісник*. 2004. Вип. 33. С. 10–18.

39. Domaratskiy E.O., Shcherbakov V., Bazaliy V., Kozlova O., Zhuykovet al. Analysis of Synergetic Effects from Multifunctional Growth Regulating Agents in the of Sunflower Mineral Nutrition System. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical*. 2019. Vol. 10 (2). P. 301–308.

40. Jun Q., Renmin W., Jizhi Y., Jin H. Seed film coating with uniconazole improves rape seedling growth in relation to physiological changes under waterlogging stress. *Plant Grow. Regul*. 2005. Vol. 47. No 1. P. 75−81.

41. Kuryata V. G., Kravets O. O. Features of morphogenesis, accumulation and redistribution of assimilate and nitrogen containing compounds in tomatoes under retardants treatment. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. № 8(1). P. 356–362. doi: 10.15421/2018_222.

42. Pageau D., Lajeunesse J., Lafond J. Effet du taux de semis et de la fertilization azotee sur la productivite du lin oleagineux. *Can. J. Plant. Sci.* 2006. Vol. 86, № 2. P. 363–370.

43. Sadiq S. A., Shahid M., Jan A., Noor-Ud-Din S. Effect of various levels of nitrogen, phosphorus and potassium (NPK) on growth, yield and yield components of sunflower. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 2000. No.3. P. 338–339. doi: 10.3923/pjbs.2000.338.339.

44. Saini J.S., Jolly R.S., Singh O.S. Influence of chlormequat on the growth and yield of irrigated and rainfed indian mustard (*Brassica juncea*) in the

field. Exp. Agr. 1987. Vol. 23. No 3. P. 319−324.

45. Tahsin N., Kolev T. Investigationo on effects of some plant growth regulators on sunflower (*Hlianthus Annuus* L.). *Journal of Central European Agriculture*. Vol. 6, No 4. 2005. P. 583–586.

46. Zafirova T., Christov Ch., Iliev V. The influence of some growth regulators on the sunflower production. Plant Growth Regulators: proc. 4th lnt. Symp. (Pamporovo, Sept. 28-Okt. 4, 1986). Pt. 1. Sofia, 1987. P. 797−800.

ДОДАТКИ

Додаток А
Таблиця 1

Показники економічних витрат за застосування мінеральних добрив та ретарданту за вирощування соняшнику (середнє за 2023 – 2025 рр.), грн/га

Гібриди	Удобрення	Внесення ретарданту	Базові витрати, грн/га	Витрати на насіння, грн/га	Витрати на удобрення, грн/га	Витрати на внесення ретарданту,	Загальні витрати на вирощування, грн/га
РЖТ Волльф	$N_{40}P_{20}K_{60}$	1	10998	2520	6113	-	19631
		2	10998	2520	6113	960	20591
	$N_{60}P_{35}K_{90}$	1	10998	2520	9639	-	23157
		2	10998	2520	9339	960	23817
	$N_{80}P_{50}K_{120}$	1	10998	2520	12111	-	25629
		2	10998	2520	12111	960	26589
	$N_{100}P_{65}K_{150}$	1	10998	2520	15949	-	29467
		2	10998	2520	15949	960	30427
	$N_{120}P_{80}K_{180}$	1	10998	2520	19132	-	32650
		2	10998	2520	19132	960	33610
Альзан	$N_{40}P_{20}K_{60}$	1	10998	1258	6113	-	18369
		2	10998	1258	6113	960	19329
	$N_{60}P_{35}K_{90}$	1	10998	1258	9639	-	21895
		2	10998	1258	9339	960	22555
	$N_{80}P_{50}K_{120}$	1	10998	1258	12111	-	24367
		2	10998	1258	12111	960	25327
	$N_{100}P_{65}K_{150}$	1	10998	1258	15949	-	28205
		2	10998	1258	15949	960	29165
	$N_{120}P_{80}K_{180}$	1	10998	1258	19132	-	31388
		2	10998	1258	19132	960	32348
ЕС Белла	$N_{40}P_{20}K_{60}$	1	10998	2616	6113	-	19727
		2	10998	2616	6113	960	20687
	$N_{60}P_{35}K_{90}$	1	10998	2616	9639	-	23253
		2	10998	2616	9339	960	23913
	$N_{80}P_{50}K_{120}$	1	10998	2616	12111	-	25725
		2	10998	2616	12111	960	26685
	$N_{100}P_{65}K_{150}$	1	10998	2616	15949	-	29563
		2	10998	2616	15949	960	30523
	$N_{120}P_{80}K_{180}$	1	10998	2616	19132	-	32746
		2	10998	2616	19132	960	33706

*Примітка: 1 – обробка водою; 2 – застосування ретарданту Сетар.

Додаток Б
Таблиця 1

Показники валового прибутку за вирощування соняшнику
(середнє за 2023 – 2025 рр.)

Гібриди	Варіанти удобрення	Внесення ретарданту	Урожайність т/га	Виручка без поправки на вміст жиру, грн/га	Вміст жиру, %	Відмінність від базового вмісту жиру, %	Доплата або знижка за вміст жиру, грн	Вартість валового прибутку, грн/га
РЖТ Волльф	$N_{40}P_{20}K_{60}$	1*	2,14	34882	50,1	2,1	420	35302
		2*	2,29	37327	50,3	2,3	460	37787
	$N_{60}P_{35}K_{90}$	1*	2,44	39772	50,5	2,5	500	40272
		2*	2,68	43684	51	3	600	44284
	$N_{80}P_{50}K_{120}$	1*	2,74	44662	51,4	3,4	680	45342
		2*	2,97	48411	51,8	3,8	760	49171
	$N_{100}P_{65}K_{150}$	1*	3,34	54442	47,7	-0,3	-195	54247
		2*	3,57	58191	48,2	0,2	40	58231
	$N_{120}P_{80}K_{180}$	1*	3,46	56398	45,2	-2,8	-980	55418
		2*	3,74	60962	45,4	-2,6	-910	60052
Альзан	$N_{40}P_{20}K_{60}$	1*	2,09	34067	46,1	-1,9	-665	33402
		2*	2,24	36512	46,4	-1,6	-560	35952
	$N_{60}P_{35}K_{90}$	1*	2,44	39772	48,4	0,4	80	39852
		2*	2,62	42706	48,7	0,7	140	42846
	$N_{80}P_{50}K_{120}$	1*	2,65	43195	49,3	1,3	260	43455
		2*	2,93	47759	48,8	0,8	160	47919
	$N_{100}P_{65}K_{150}$	1*	3,04	49552	44,9	-3,1	-1085	48467
		2*	3,3	53790	45,5	-2,5	-875	52915
	$N_{120}P_{80}K_{180}$	1*	3,17	51671	44,7	-3,3	-1155	50516
		2*	3,4	55420	44,9	-3,1	-1085	54335
ЕС Белла	$N_{40}P_{20}K_{60}$	1*	2,06	33578	49,2	1,2	240	33818
		2*	2,18	35534	49,8	1,8	360	35894
	$N_{60}P_{35}K_{90}$	1*	2,22	36186	50,1	2,1	420	36235,8
		2*	2,36	38468	50,7	2,7	540	38518,7
	$N_{80}P_{50}K_{120}$	1*	2,53	41239	49,7	1,7	340	41289,2
		2*	2,68	43684	50,2	2,2	440	43730,7
	$N_{100}P_{65}K_{150}$	1*	2,85	46455	46,2	-1,8	-630	46500,1
		2*	3,14	51182	46,7	-1,3	-455	50727
	$N_{120}P_{80}K_{180}$	1*	2,95	48085	44,8	-3,2	-1120	46965
		2*	3,23	52649	45,1	-2,9	-1015	51634

*Примітка: 1 – обробка водою; 2 – застосування ретарданту Сетар.

Додаток В
Таблиця 1

Показники чистого прибутку за вирощування соняшнику
(середнє за 2023–2025 рр.)

Гібриди	Варіанти удобрення	Внесення ретарданту	Вартість валового прибутку, грн/га	Витрати, грн/га	Чистий прибуток, грн/га
РЖТ Волльф	$N_{40}P_{20}K_{60}$	1*	35302	19631	15671
		2*	37787	20591	17196
	$N_{60}P_{35}K_{90}$	1*	40272	23157	17115
		2*	44284	23817	20467
	$N_{80}P_{50}K_{120}$	1*	45342	25629	19713
		2*	49171	26589	22582
	$N_{100}P_{65}K_{150}$	1*	54247	29467	24780
		2*	58231	30427	27804
	$N_{120}P_{80}K_{180}$	1*	55418	32650	22768
		2*	60052	33610	26442
Альзан	$N_{40}P_{20}K_{60}$	1*	33402	18369	15033
		2*	35952	19329	16623
	$N_{60}P_{35}K_{90}$	1*	39852	21895	17957
		2*	42846	22555	20291
	$N_{80}P_{50}K_{120}$	1*	43455	24367	19088
		2*	47919	25327	22592
	$N_{100}P_{65}K_{150}$	1*	48467	28205	20262
		2*	52915	29165	23750
	$N_{120}P_{80}K_{180}$	1*	50516	31388	19128
		2*	54335	32348	21987
ЕС Белла	$N_{40}P_{20}K_{60}$	1*	33818	19727	14091
		2*	35894	20687	15207
	$N_{60}P_{35}K_{90}$	1*	36235	23253	12982
		2*	38518	23913	14605
	$N_{80}P_{50}K_{120}$	1*	41289	25725	15564
		2*	43730	26685	17045
	$N_{100}P_{65}K_{150}$	1*	46500	29563	16937
		2*	50727	30523	20204
	$N_{120}P_{80}K_{180}$	1*	46965	32746	14219
		2*	51634	33706	17928

*Примітка: 1 – обробка водою; 2 – застосування ретарданту Сетар.