

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Агрономічний факультет

Спеціальність 201 Агрономія

Освітньо-професійна програма Агрономія

«Допускається до захисту»

Декан агрономічного факультету,

канд. с.- г. наук, доцент

_____ Олександр ІЖБОЛДІН

«_____» _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня магістра

**ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ФОЛІАРНОГО ПІДЖИВЛЕННЯ
СОНЯШНИКА ФОСФОРОВМІСНИМИ І БОРНИМИ ДОБРИВАМИ В
УМОВАХ ГОСПОДАРСТВА ФІЗИЧНА ОСОБА-ПІДПРИЄМЕЦЬ
КОМЯК СЕРГІЙ ФЕОДОСІЙОВИЧ КРИВОРІЗЬКОГО РАЙОНУ
ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Здобувач другого (магістерського)

рівня вищої освіти

_____ Катерина КОМЯК

Керівник дипломної

роботи: завідувач кафедри

агрохімії, д-р. с.-г. наук,

ст. наук. співроб., професор

_____ Сергій КРАМАРЬОВ

Дніпро 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Агрономічний факультет

Спеціальність 201 Агрономія

Освітньо-професійна програма Агрономія

«Затверджую»

Декан агрономічного факультету,
канд. с.- г. наук, доцент

_____ Олександр ІЖБОЛДІН
«_____» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

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

Комяк Катерині Сергіївні

1. Тема роботи: «Ефективність застосування фоліарного підживлення соняшника фосфоровмісними і борними добривами в умовах господарства фізична особа підприємець Комяк Сергій Феодосійович Криворізького району Дніпропетровської області»

2. Термін подачі здобувачем завершеної кваліфікаційної роботи на кафедру:

«_____» _____ 2024 р.

3. Вихідні дані для роботи:

- господарство «ФОП Комяк С.Ф.»;
- сільськогосподарська культура соняшник.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити):

- визначити найкращі концентрації водних розчинів аміачної селітри і карбаміду за яких на листках рослин соняшнику після фолірного підживлення не з'являтимуться некрози;
- провести порівняльний аналіз результативності водорозчинних азотних та фосфоровмісних комплексних добрив за проведення їх водними розчинами фоліарного підживлення соняшнику;
- розкрити зміни, що відбуваються в соняшнику під дією фоліарного удобрення та всебічно оцінити ефективність водорозчинних азотних та

фосфоровмісних комплексних добрив на врожайність, продуктивність і якість насіння соняшнику.

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

- дослідження впливу фоліарного удобрення на рівень ефективності засвоєння фосфору рослинами соняшнику;
- порівняльний аналіз впливу фоліарного підживлення рослин соняшнику водними розчинами азотних та фосфоровмісних фосфорних і борних мікродобрив на врожайність та біохімічні характеристики соняшнику.

6. Дата видачі завдання:

Керівник кваліфікаційної роботи
доктор с.-г. наук, с.н.с., професор _____ Сергій КРАМАРЬОВ

Завдання прийняла
до виконання _____ Катерина КОМЯК

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Найменування етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Аналіз літературних джерел	01.12.23-12.01.24 р	
2.	Огляд літератури	20.12.23-16.02.24р	
3.	Об'єкт, предмет та умови проведення досліджень	21.01.24-25.04.24р	
4.	Методика та результати проведення досліджень	27.04.24-08.09.24р	
5.	Економічна оцінка	10.09.24-22.09.24р	
6.	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	25.09.24-20.10.24р	
7.	Оформлення роботи, висновки та рекомендації виробництву	03.11.24-11.12.24р	

Здобувач другого (магістерського)
рівня вищої освіти _____ Катерина КОМЯК

Керівник
кваліфікаційної роботи,
доктор с.-г. наук, с. н. с., професор: _____ Сергій КРАМАРЬОВ

ЗМІСТ

	РЕФЕРАТ	6
	ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1	ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ З ОБРАНОЇ ТЕМИ ВИКОНАНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	10
	1.1. Характеристика основних елементів системи удобрення соняшнику	10
	1.2. Роль фосфору і бору в мінеральному живленні рослин соняшнику	12
	1.3. Особливості проведення фоліарного підживлення рослин соняшнику в початковій фазі їх онтогенезу	14
РОЗДІЛ 2	МЕТОДИ І УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	26
	2.1 Методи дослідження	26
	2.2. Кліматичні особливості зони проведення досліджень	30
	2.3 Агрохімічна і агрофізична характеристика чорнозему звичайного дослідного поля господарства ФОП Комяк	34
	2.4 Агротехніка вирощування соняшнику в умовах польового дослідження	35
РОЗДІЛ 3	ЕФЕКТИВНІСТЬ ФОЛІАРНОГО ПІДЖИВЛЕННЯ РОСЛИН СОНЯШНИКУ В КРИТИЧНІ ФАЗИ РОЗВИТКУ ВОДНИМИ РОЗЧИНАМИ ФОСФОРОВІСНИХ ДОБРІВ, КАРБАМІДУ, АМІАЧНОЇ СЕЛІТРИ ТА БОРНОГО МІКРОДОБРІВА	38
	3.1 Ефективність фоліарного підживлення рослин соняшнику водними розчинами фосфоровісних добрив сумісно з борними мікродобривами	38
	3.1.1. Вплив водних розчинів фосфоровісних добрив в суміші із борними мікродобривами на висоту рослин в початковій фазі онтогенезу	38
	3.1.2. Вплив позакореневого підживлення рослин соняшника водними розчинами фосфоровісних і борних добрив на кількість листків на рослині	42
	3.1.3. Вплив позакореневого підживлення на ріст асиміляційної поверхні рослин соняшника	43
	3.1.4. Вплив фоліарного підживлення на накопичення сировини та сухої маси рослин соняшнику по основним фенологічним фазам їх розвитку	44
	3.1.5 Вплив фосфоровісних добрив і борного мікродобрива за фоліарного їх використання на масу кошика рослин соняшника	45
	3.1.6 Вплив фосфоровісних добрив використаних сумісно в складі бакової суміші з борним мікродобривом	46

	Поліборатом на розміри діаметра кошика після його цвітіння	
	3.1.7 Вплив фоліарного підживлення фосфоровмісними і борними мікродобривами на величину маси тисячі насіння соняшника	48
	3.1.8. Вплив фоліарного підживлення фосфоровмісними і борними мікродобривами на натуру насіння соняшника	49
	3.1.9 Вплив позакореневого підживлення рослин соняшнику водними розчинами фосфоровмісних добрив, борних мікродобрив прилипача та карбаміда на лушпинястість насіння соняшнику	50
	3.2 Вплив фоліарного підживлення водними розчинами фосфоровмісних добрив і карбаміду разом із поліборатами на врожайність насіння соняшника	52
	3.2.1. Вплив фоліарного підживлення рослин соняшника водними розчинами фосфоровмісних добрив, бору та карбаміду в поєднанні з прилипачем на олійність насіння соняшника	55
	3.3 Ефективність позакореневого підживлення водними розчинами карбаміду та аміачної селітри різних концентрацій на рослини соняшнику	57
	3.3.1 Урожайність насіння соняшнику за фоліарного підживлення водним розчином карбаміду	59
	3.3.2 Вплив фоліарного підживлення водними розчинами аміачної селітри різної концентрації на урожайність насіння соняшнику	60
	3.3.3 Вплив водних розчинів карбаміду і аміачної селітри на вміст олії в насінні соняшнику	62
РОЗДІЛ 4	ЕКОНОМІЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФОЛІАРНОГО ПІДЖИВЛЕННЯ В ПОСІВАХ СОНЯШНИКУ	64
	4.1 Оцінювання агрономічної ефективності застосування добрив	64
	4.2 Економічна оцінка ефективності проведення фоліарного підживлення рослин соняшнику водними розчинами фосфоровмісних добрив	67
РОЗДІЛ 5	ОХОРОНА ПРАЦІ В ГОСПОДАРСТВІ	71
	ВИСНОВКИ	75
	РЕКОМЕНДАЦІЇ ГОСПОДАРСТВУ	77
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	78
	ДОДАТКИ	85

РЕФЕРАТ

Тема кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня магістра: «Ефективність застосування фоліарного підживлення соняшника фосфоровмісними і борними добривами в умовах господарства фізична особа підприємець Комяк Сергій Феодосійович Криворізького району Дніпропетровської області»

Кваліфікаційна робота складає 88 аркуші, 11 таблиць, 19 рисунків, посилання на 61 літературне джерело та додатки.

Актуальність досліджень полягає у встановленні ефективності фоліарного підживлення водних розчинів азотних добрив зокрема аміачної селітри і карбаміду та фосфоровмісних препаратів окремо і разом з бором в посівах соняшнику у початковій фазі його розвитку 10-12 листків.

Мета досліджень: полягає у вивченні впливу позакореневого підживлення на ріст, розвиток рослин та урожайність і якість вирощеної основної продукції в посівах соняшника.

Методи досліджень: польовий з проведенням мікропольових дослідів в яких вивчається ефективність позакореневого підживлення соняшнику водними розчинами фосфоровмісних добрив а також азотних туків зі встановленням їх оптимальних (%) концентрацій.

Предмет дослідження: рослини соняшнику гібриду Піонер, а також зразки добрив, які використовувались у вигляді водних розчинів для позакореневого підживлення.

Ключові слова: соняшник, ґрунтові ресурси, рухомий фосфор, аміачна селітра, карбамід, поліборати, гібрид, вміст олії в соняшнику.

ВСТУП

Актуальність теми. Соняшник належить до сільськогосподарських культур, які поглинають доволі велику кількість поживних речовин із ґрунту впродовж свого онтогенезу. Особливо інтенсивне наростання швидкості цього процесу відбувається у між фазний період 10-12 листків – цвітіння. Зазвичай, в цей період онтогенезу інтенсивність поглинання рослинами поживних речовин з ґрунтового розчину відстає від валового наростання сухої маси рослин цієї сільськогосподарської культури. Це пов'язано з тим, що ґрунтовий розчин не може забезпечити в повному обсязі необхідні рослинам соняшнику поживні елементи.

Необхідність в ліквідації існуючого дефіциту двох основних лімітуючих елементів живлення це, зокрема, мінерального азоту і рухомих форм фосфору в ґрунтовому розчині. Цей дефіцит можна ліквідувати за рахунок проведення фоліарного підживлення водними розчинами азотних та комплексних добрив в поєднанні з борним мікродобривом. Однак, в умовах сьогодення ще не встановлені оптимальні концентрації водних розчинів аміачної селітри, карбаміду, препарату Антистресу і мікродобрива поліборату для проведення цього заходу без виникнення суттєвої кількості некрозів на поверхні листків.

Тому вивченню цих важливих для виробництва питань нині приділяється значна увага і їм була присвячена моя магістерська дипломна робота в якій ці питання всебічно вивчались та були розроблені відповідні рекомендації виробництву, які регламентують проведення цього агротехнічного заходу.

Необхідність обрання цієї теми обумовлено попитом виробництва на отримання відповіді на вище згадані питання й тому це обумовило її актуальність в науковому і практичному аспектах. Враховуючи важливість даної наукової розробки для виробництва, вони будуть широко користуватись попитом у аграріїв в умовах сьогодення.

Зв'язок магістерської роботи з тематичним планом кафедри агрохімії. Тема магістерської роботи безпосередньо пов'язана з напрямками наукових досліджень, що проводяться на кафедрі агрохімії. Для вирішення актуальних завдань, поставлених виробництвом, у рамках польового експерименту було здійснено такі наукові спостереження та дослідження:

- оцінювали вплив позакореневого підживлення водними розчинами карбаміду, аміачної селітри, фосфоровмісного препарату Антистрес та поліборату рослин соняшнику в фазі їх розвитку 10-12 листків на інтенсивність росту, формування фотосинтезуючого апарату, елементів структури врожаю і в цілому продуктивність агроценозу даної сільськогосподарської культури;
- з'ясовували вплив даних чинників на врожайність і вміст олії в насінні соняшнику та проводили економічну оцінку ефективності цього агрозаходу в умовах недостатнього зволоження північної частини степової зони України в конкретному господарстві ФОП Комяк С.Ф. Криворізького району, Дніпропетровської області;
- розробляли рекомендації з проведення фоліарного підживлення рослин соняшнику водними розчинами туків.

Наукова новизна роботи полягає у встановленні можливості ефективного сумісного використання в агроценозах соняшника водорозчинного фосфоровмісного добрива, яке позитивно впливає на кількість насінин в кошику, а також на вміст олії в вирощеній основній продукції разом з борним мікродобривом. Для цього було запропоновано готувати бакову суміш, яка містить у своєму складі препарат Антистрес, що містить добре водорозчинне комплексне добриво монофосфат калію і транспортний засіб за допомогою якого здійснюється швидке проникнення його крізь біологічну мембрану в

середину цитоплазми клітини дигідрофосфат аніону за допомогою диметилсульфоксиду разом з борним мікродобривом поліборатом.

Практична цінність роботи полягає у визначенні переваг фосфоровмісного препарату Антистрес для проведення фоліарного підживлення водними його розчинами в поєднанні із мікродобривом поліборатом. Тендем сумісного використання цих двох добрив дасть можливість отримати значний економічний ефект і поліпшити біохімічні показники якості вирощеної основної продукції.

Апробація результатів досліджень магістерської роботи. Ключові положення цієї магістерської роботи були обговорені на засіданні кафедри агрохімії, а також представлені на трьох міжнародних науково-практичних конференціях, де отримали схвальні відгуки від експертів

Дольовий вклад здобувача. Автором роботи було проведено мікропольові дослідження та виконано супутні біометричні вимірювання рослин на різних етапах їх розвитку. У ході досліджень отримано надійні експериментальні дані, які мають як наукове, так і практичне значення. Результати роботи будуть використані в агровиробництві, розташованих у північній частині степової зони України. На основі отриманих даних здобувач сформулював обґрунтовані висновки та розробив практичні рекомендації, спрямовані на їхнє впровадження в сільськогосподарську практику.

Структура роботи. Робота складається зі вступу чотирьох розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку літературних джерел, який включає 61 найменувань в тому числі латиницею, а також додатки.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ З ОБРАНОЇ ТЕМИ ВИКОНАНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Характеристика основних елементів системи удобрення соняшнику

Для рослин соняшника досягти позитивного результату можна шляхом оптимізації складових системи удобрення, зокрема такого важливого аспекту, як фоліарне підживлення. Факт варіації врожайності підтверджується даними, відображеними в (табл.1), де чітко видно, що в роки з достатньою кількістю опадів валовий збір насіння соняшнику складав 16,4 млн.т., тоді як у посушливі роки цей показник знижувався на 11,18 млн.т..

Аналогічні зміни спостерігаються і в зборі основної продукції - олії. Тому, для оптимізації мінерального живлення ми звертаємось до огляду літературних джерел, аби з'ясувати, що вже вивчено з цього питання, та виявити ті аспекти, які ще залишаються недостатньо дослідженими.

Застосування добрив в посівах соняшнику може відбуватись різними способами та проводиться в різні строки, що залежить від типу добрива, агротехнічних умов та фази розвитку рослини, а також включає декілька етапів : основне удобрення, рядкове внесення, підживлення та позкореневе підживлення.

Основне удобрення проводиться до посіву соняшнику або при підготовці ґрунту. У цей період вносяться фосфорні та калійні добрива, які сприяють формуванню потужної кореневої системи та створенню сприятливих умов для початкового росту рослин [2].

Рядкове внесення характерне тим, що добрива вносять виключно в рядки при сівбі. Цим самим забезпечуючи рослини поживними елементами в період проростання насіння соняшнику і під час появи сходів (табл. 1).

Таблиця 1

**Динаміка виробництва та зовнішньоторговельний обіг соняшнику
в Україні з 2015 по 2023 роки**

Технічна культури	2015р.	2 016р.	2 017р.	2 018р.	2 019р.	2 020р.	2 021р.	2 022р.	2 023р.
Соняшник, виробництво , всього (млн.т)	11,19	13,6	12,1	11,18	15,25	13,1	16,4	17,5	12,8
Експорт насіння (млн т)	0,47	0,19	0,73	0,59	0,11	0,18	0,79	1,62	1,96
Експорт олія (млн.т)	4,4	4,8	5	5,75	6,68	6,9	5,1	5,7	5,3
Експорт шрот (млн.т)	3,3	3,1	4,7	5	3,3	4,5	1,4	2,1	3,36

Позакореневе підживлення проводиться для швидкого забезпечення рослини мікроелементами, зокрема бором і цинком. Це підживлення здійснюється шляхом обприскування рослин спеціальними розчинами, що дозволяє швидко виправити наявний дефіцит поживних речовин.

Соняшник є рослиною з високими потребами в основних макро- і мікроелементах. До основних елементів живлення, які впливають на ріст й розвиток соняшнику, належать азот (N), фосфор (P), калій (K), а також мікроелементи, такі, як бор (B), цинк (Zn) та інші.

Азот відіграє ключову роль у синтезі білків, нуклеїнових кислот та хлорофілу, що забезпечує активне фотосинтезування та швидкий ріст рослини. Нестача азоту веде до зниження темпів росту, зумовлює розвиток хлорозу листя, а також викликає зменшення величини врожаю насіння та погіршення його якості, зокрема зниженню вмісту в ньому олії. Однак, надлишок азоту може призвести до надмірного вегетативного розвитку та завдати негативного впливу проходженню генеративних процесів і в кінцевому результаті знизити врожайність насіння [3].

В свою чергу фосфор є важливим елементом мінерального живлення рослин, необхідним для енергетичного обміну, який проходить в їх клітинах. Він сприяє розвитку кореневої системи, формуванню квіток і насіння, а також прискорює дозрівання. Недостатня кількість фосфору призводить до уповільнення росту рослин, слабкого розвитку їх коренів і зниження продуктивності агрорценозів соняшнику.

Калій необхідний для регуляції водного обміну, стійкості до стресових умов (посухи, хвороб) і поліпшення якості насіння. Він сприяє транспорту поживних речовин в рослині та покращує її загальну стійкість. Дефіцит калію часто проявляється у вигляді зморщеного листа та зниження стійкості рослин до дії на них несприятливих умов.

1.2. Роль фосфору і бору в мінеральному живленні рослин соняшнику

Фосфор і бор відіграють ключову роль у розвитку та функціонуванні рослин соняшнику, забезпечуючи важливі процеси росту, фотосинтезу, утворення квіток і насіння. Соняшник потребує достатньої кількості фосфору протягом усього життєвого циклу, але особливо важливим є його засвоєння на початкових стадіях розвитку. На ранніх етапах фосфор сприяє активному розвитку кореневої системи, що забезпечує кращий доступ рослин до води та поживних речовин наявних у ґрунті. Крім того, фосфор прискорює ріст рослини, стимулюючи утворення нових пагонів і листя, що необхідно для інтенсивного проходження процесів [1].

Фосфор також має критичне значення на етапі цвітіння і формування насіння. Він сприяє синтезу білків і інших речовин, необхідних для формування квіткових органів і насіння. Нестача рухомих форм фосфору може призвести до затримки цвітіння квіток, утворення кошиків малого розміру і зниження врожайності насіння.

При дефіциті фосфору у соняшнику спостерігаються характерні ознаки, серед яких можна відзначити уповільнення росту, темно-зелене забарвлення листя з можливим фіолетовим відтінком, слабе формування кошиків і насіння. На кореневу систему дефіцит фосфору також впливає негативно, вона стає кущою за своїми розмірами, що погіршує здатність рослини засвоювати інші поживні речовини з ґрунтового розчину.

Бор (В) є важливим мікроелементом, що приймає участь у багатьох фізіологічних і біохімічних процесах у рослинах. Він необхідний для синтезу клітинних стінок, транспорту цукрів і регулювання гормональних процесів, зокрема ауксинів, що впливають на ріст і розвиток рослин. Особливо важливим бор є для процесів цвітіння та утворення насіння. Соняшник є культурою, що особливо чутлива до забезпеченості бором. Тому, що він відіграє вирішальну роль у процесі цвітіння та запліднення. Бор впливає на формування пилку та його проростання, що важливо для успішного запліднення і утворення насіння.

Недостатність бору може призвести до порушень у процесі запилення, що негативно впливає на кількість і якість насіння. Окрім цього, бор зумовлює краще засвоєння кальція, необхідного для зміцнення клітинних стінок, що робить рослину більш стійкою до механічних пошкоджень і несприятливих факторів навколишнього середовища. Дефіцит бору у соняшнику може мати серйозні наслідки для його розвитку. Основні ознаки дефіциту включають погане утворення кошиків, деформацію насіння, погіршення якості запилення. Також можливе спостереження затримки росту молодих пагонів і листя, що призводить до зниження загальної врожайності культури [7].

Для досягнення максимальних врожаїв соняшнику важливо забезпечити рослини, як фосфором, так і бором. Фосфор забезпечує енергетичний обмін і розвиток кореневої системи, тоді як бор необхідний для успішного цвітіння та запліднення. Спільне використання цих елементів дозволяє отримати збалансоване мінеральне живлення рослин.

1.3. Особливості проведення фоліарного підживлення рослин соняшнику в початковій фазі їх онтогенезу

Нині соняшник вважають однією з найважливіших провідних культур в Україні. Щоб зберегти конкурентоспроможність на світовому ринку, українським фермерам необхідно підвищувати продуктивність цієї культури та збільшувати вміст олії в насінні, одночасно знижуючи витрати на його вирощування. Основною перевагою соняшнику є його розвинута коренева система, яка дозволяє поглинати поживні речовини з глибоких шарів ґрунту. Проте, навіть цей природний механізм не завжди може забезпечувати рослини всім необхідним, особливо під час критичних фаз розвитку, таких як утворення кошика соняшнику та в період інтенсивного росту його рослин, коли вони поглинають велику кількість поживних речовин [6].

Для формування однієї тонни насіння та супутньої біомаси соняшник потребує значної кількості елементів живлення, а саме: 40-55 кг азоту, 100-125 кг калію та 15-25 кг фосфору. На початковому етапі розвитку рослини, коли вимоги до мінерального живлення не надто високі, поглинання поживних речовин випереджає темпи наростання біомаси. За перші чотири тижні соняшник засвоює приблизно 15% азоту, 10% фосфору і стільки ж калію. Проте під час активного росту, коли формується кошик і триває період цвітіння, поглинання поживних елементів суттєво прискорюється: і рослини цієї сільськогосподарської культури поглинають до 80% азоту, 70% фосфору та 50% калію.

У цей період соняшник вже не може задовольнити свої потреби виключно за рахунок поживних речовин, що знаходяться у ґрунті. Дот того ж щороку стає все дедалі важче забезпечити рослини необхідними елементами мінерального живлення, оскільки не завжди дотримується принцип землеробства, згідно з яким потрібно повертати в ґрунт поживні речовини, виведені з нього під час збирання врожаю. Крім того, в умовах посухи багато

катионів та аніонів зв'язуються у важкорозчинні сполуки, що робить їх недоступними для рослин [9].

Дефіцит рухомих форм поживних речовин погіршується з кожним роком. У той же час, стрімке зростання цін на добрива змушує аграріїв зменшувати норми їх внесення або взагалі відмовлятися від них. Через це фермери шукають нові способи стимулювання рослин та підвищення ефективності використання добрив. Особливо важливо забезпечити соняшник поживними речовинами під час активного росту, коли формуються основні органи рослини, а природних запасів у ґрунті недостатньо для підтримання важливих фізіологічних процесів.

Агрохімічні дослідження підтверджують, що наявність дефіциту рухомих форм елементів мінерального живлення вже починає помітно проявлятися не тільки в хімічному складі ґрунтів, але й навіть часто з'являється візуально у змінах зовнішнього вигляду рослин. Нині цей дефіцит поширюється масово, а причин його виникнення з кожним роком стає все дедалі більше.

Хоча результати агрохімічного аналізу ґрунту дозволяють об'єктивно оцінити наявний потенціал поля і іноді показують наявність достатньої кількості поживних речовин у ґрунті, але вони не завжди можуть бути доступними для рослин через вплив на них різних факторів, завдяки яким відбувається перехід водорозчинних і обмінних форм в недоступну для рослин форму. Ключовою ознакою, що сигналізує про доцільність проведення позакореневого підживлення, є низький рівень вмісту мінерального азоту та рухомих форм фосфору в ґрунті (менше 8–10 мг на 100 г ґрунту). Крім того в фазі розвитку 4–5 листків на низький вміст макроелементів у сухій масі рослин показують такі показники: вміст азоту на рівні – 2,5–3,0%, фосфору – 0,4–0,6%, калію – 2,4–2,9%, які також вказують на необхідність фоліарного підживлення.

Якщо орний шар ґрунту характеризується такими агрохімічними показниками і містить недостатню кількість продуктивної вологи (менше 20

мм), обов'язковим є проведення прикореневого підживлення рослин соняшнику. Визначення необхідності такого підживлення часто базується на результатах діагностики фізіологічного стану рослин, яка здійснюється за допомогою портативних приладів, таких як N-тестер або Агровектор. Послідуюче правильне трактування і інтерпритація отриманих аналітичних даних є тим ключем завдяки, якому легко відкриває доступ до необхідної аграріям інформації про особливості ефективного проведення позакорневих підживлень в агроценозах соняшнику.

Елементи мінерального живлення, які внесені в ґрунт разом з мінеральними добривами засвоюються рослинами далеко не повністю: приблизно 50% азоту, 25% фосфору та 65% калію. Частина їх перетворюється в недоступні для рослин форми, а інша вимивається або втрачається через процеси, такі, як денітрифікація, коли азотні сполуки звітріються з ґрунту в вигляді оксидів. В умовах малої кількості атмосферних опадів ефективність добрив значно знижується, оскільки вони залишаються в сухому стані і не можуть повністю розчинитися в ґрунтовому розчині за дефіциту продуктивної вологи [12].

У посушливі періоди соняшник втрачає вологу через інтенсивну транспірацію, що призводить до зниження тургору листків. За таких умов коренева система погано поглинає поживні речовини з ґрунтового розчину з високим осмотичним тиском, через, що рослини починають відчувати дефіцит живлення, навіть якщо у ґрунті ще є значні запаси поживних речовин - 4-5 тонн азоту, 3-4 тонни фосфору, 36 тонн калію.

Погіршення нормального функціонування кореневої системи через ущільнення ґрунту, недостатню його аерацію, високу температуру та інші негативні чинники може призводити до затримки в постачанні поживних речовин. Особливо критично це проявляється в періоди, коли рослини мають підвищену потребу в поживних елементах, а коренева система не встигає адаптуватися до темпів їхнього росту. Такі ситуації часто спостерігаються під

час посух, коли рослини відчують не лише нестачу живлення, а й потрапляють у стресовий стан [13].

Це зазвичай трапляється в фазі активного наростання вегетативної маси, коли запаси поживних речовин у ґрунті значно виснажуються, а їхнє поповнення не встигає за потребами рослин. При цьому важливо враховувати, що у рослин обмежений період вегетації, у соняшника гібриду Піонер 66) він становить близько 110-115 днів. Для того щоб максимально реалізувати генетичний потенціал сучасних сортів та гібридів, важливо, щоб рослини активно росли щодня. Кожен день такого стресу зменшує врожайність на 1%.

Тому в умовах стресу, пов'язаного з нестачею вологи, низькими температурами або іншими несприятливими факторами, коренева система не здатна забезпечувати рослини необхідними поживними елементами. Це призводить до уповільнення їхнього розвитку і росту. В таких умовах оптимізувати живлення рослин можна за рахунок позакоренових підживлень. Фоліарне підживлення стає необхідним для подолання стресу та стимулювання рослин, особливо в умовах інтенсивного росту, при невідповідності властивостей ґрунту вимогам рослин або за несприятливих погодних умов, таких як посуха, надмірне зволоження чи несприятливі температури. Це також сприяє підвищенню якості, кількості врожаю, збільшення вмісту олії. Позакоренове підживлення сприяє швидшому відновленню рослин після стресу, що робить його більш ефективним у порівнянні з кореневим підживленням з кількох причин:

- листкове підживлення дозволяє оперативно вирішити проблему, тоді як внесення добрив у ґрунт не забезпечує такої швидкої реакції;
- воно дає змогу точно і рівномірно наносити водорозчинні добрива на листки рослин, що забезпечує краще засвоєння поживних речовин;
- цей метод особливо ефективний під час стресових умов, коли метаболічні процеси у рослинах уповільнюються;
- листкове підживлення можна проводити на будь-якому етапі росту та розвитку рослин;

- незважаючи на те, що кількість елементів живлення, які засвоюються через листки, незначна, швидкість і відсоток їх засвоєння значно вищі, ніж у добрив, внесених у ґрунт;
- цей метод дозволяє оптимізувати систему живлення рослин, особливо в критичні моменти їхнього росту, що підвищує продуктивність та якість врожаю;
- завдяки своїй швидкій дії та економічності, листкове підживлення здобуло велику популярність у останні роки. Навіть на пізніх стадіях розвитку рослин, коли верхні шари ґрунту висихають і коренева система стає менш активною, цей метод залишається ефективним.
- ці переваги роблять позакореневе підживлення важливим агротехнічним заходом для забезпечення максимального врожаю.

Історія агрохімії свідчить, що здатність рослинних листків поглинати воду та поживні речовини була відома ще три тисячі років тому. Люди давно зрозуміли ефективність підживлення рослин за допомогою водних розчинів, таких як настої попелу, гною або курячого посліду. Вже на початку XIX століття було зафіксовано використання нанесення поживних речовин на листя, як альтернативного способу удобрення сільськогосподарських культур. Цей метод отримав назву фоліарного (листяного) підживлення [15].

Процес поглинання поживних речовин через листя схожий на механізм поглинання коренями і складається з двох етапів. В основі цього процесу лежить обмінна адсорбція, після якої іони мігрують у тканини листків і переміщуються судинною системою до різних органів рослини.

Крім того, водні розчини добрив можуть проникати в листя через продихи та багат шарову кутикулу. Важливу роль у поглинанні поживних речовин грають обидві сторони листка - як верхня, так і нижня. Проте, нижній бік, який має більшу кількість продихів, поглинає речовини швидше і починає цей процес відразу після нанесення добрив. Продихи стають активними учасниками процесу поглинання розчинених поживних елементів,

проникаючи вздовж стінок пор. Цей процес може бути підсилений додаванням поверхнево-активних речовин до розчину.

Водні розчини добрив, що використовуються для позакоренових підживлень, повинні забезпечувати гарне зволоження всієї листкової поверхні. Підвищена вологість повітря зазвичай сприяє кращому засвоєнню поживних речовин, тоді як низька вологість може заважати цьому процесу, оскільки на листках накопичується більше воску, а продихи залишаються закритими для зменшення втрати вологи через випаровування. У такій ситуації саме вологість повітря є ключовим фактором, який впливає на поглинання поживних елементів через листя, оскільки вона впливає на проникність листкової поверхні та на фізико-хімічні процеси в рослині після того, як поживні елементи потрапляють до клітин [16].

При підвищеній вологості повітря відбувається краще поглинання катіонів та аніонів, оскільки поліпшуються умови для гідратації кутикули і сповільнюється висихання розчину добрив на листку. Це забезпечує триваліший ефект від підживлення. Оптимальна вологість повітря для ефективного проведення фоліарного підживлення має становити $\geq 60\%$.

З цієї причини не варто виконувати позакоренове підживлення у спекотні дні, коли продихи є закритими. Найбільш підходящим часом для проведення такого підживлення є ранкові або вечірні години, коли роса вже висохла або ще не з'явилася. Це дозволяє уникнути високих температур і шкідливого впливу сонячних променів, які в сонячний день можуть спричиняти опіки на листовій поверхні через фокусування сонячного світла у краплях розчину.

Атмосферні опади, що випадають після обприскування, можуть бути небажаними, оскільки вони здатні повністю змити розчин добрив із поверхні листків. Це знижує ефективність проведеного підживлення, тому необхідно планувати, щоб впродовж трьох годин після обприскування не було дощу. Однак, для досягнення максимальної ефективності фоліарного підживлення краще, щоб опадів не було протягом 6-8 годин після обробки. Якщо дощ піде

протягом двох годин після обприскування, це може зменшити ефективність підживлення на 50%. Тому перед початком підживлення важливо уточнити прогноз погоди. В разі підвищеного ризику опадів можна використовувати прилипач, додавши його до бакової суміші заздалегідь [27].

Температура робочого розчину значно впливає на його властивості, такі як поверхневий натяг, розчинність і густина, а також на те, як він поглинається листками рослин. Це пояснюється тим, що в польових умовах з підвищенням температури збільшується швидкість випаровування розчину з поверхні листків, що скорочує час, протягом якого створюються сприятливі умови для проникнення речовин у клітини листкових тканин.

Після обприскування добриво спочатку проникає в клітини, але за низької вологості повітря частина розчину швидко випаровується, залишаючи на поверхні листка сольовий наліт. Утворені кристалики солей можуть легко здуватися вітром або осипатися на ґрунт під впливом сили тяжіння. Щоб цього уникнути, важливо забезпечити, щоб добриво залишалося в розчиненому стані на листках протягом 1-3 годин після обприскування, особливо до того, як температура підніметься до критичних $+27-29^{\circ}\text{C}$, коли фізіологічні процеси в рослинах уповільнюються. Враховуючи ці фактори, у рекомендаціях для проведення фоліарного підживлення зазвичай вказується, що оптимальна температура для цього заходу становить від $10-12^{\circ}\text{C}$ до 24°C . Для проведення цього агротехнічного заходу рекомендується вибирати безвітряну погоду, щоб уникнути зносу добрив за межі поля. Допускається легкий вітер зі швидкістю до 2,5 -3 м/с, або ж можна використовувати спеціальні штанги, які спрямовують розпилений розчин безпосередньо на рослини [54].

Варто зазначити, що листкова поверхня різних сільськогосподарських культур має свої особливості, які впливають на змочуваність робочим розчином. Це пов'язано з різницею в рельєфі, розташуванні епікутикулярного воску та епідермальних структур. Через ці відмінності фоліарні добрива зазвичай містять не лише основну діючу речовину (елемент живлення), але й додаткові інертні компоненти, такі як ад'юванти. Ад'юванти (прилипачі,

поверхнево-активні речовини) покращують властивості розчинів, сприяють кращому змочуванню і рівномірному розподілу поживних елементів по листовій поверхні. Вони також знижують поверхневий натяг крапель, що дозволяє їм рівномірніше розтікатися по всьому листку, збільшуючи площу контакту розчину з рослиною. Ад'юванти забезпечують стабільність робочого розчину, підвищують ефективність діючої речовини та допомагають міцно утримувати її на листовій поверхні.

Ад'юванти також відіграють важливу роль у посиленні поглинання та біологічної активності поживних елементів, нанесених на листя. Вони здатні знижувати гігроскопічну точку добрив і збільшувати площу контакту крапель з поверхнею листя, що сприяє кращій адсорбції. Крім того, використання ад'ювантів дозволяє знизити ризик виникнення фітотоксичності робочих розчинів для рослин. Позакореневе підживлення рекомендується здійснювати дрібнодисперсним розпиленням, оскільки великі краплі можуть скочуватися з листя, а після висихання залишають кристали солей, що призводить до некрозу тканин листків. Варто також враховувати, що на шляху до клітин рослин поживні речовини мають подолати кілька бар'єрів. Першим із них є кутикула- яка покриває поверхню листя і захищає клітини від зовнішніх впливів.

Якщо ж кутикула суха, вона стискається, ускладнюючи проникнення. Наявність вологи на поверхні листка прискорює поглинання поживних елементів. Після цього розчин добрива проникає через продихи, клітинну стінку і плазматичну мембрану в цитоплазму, звідки розподіляється в інші органи рослини через симпласт і рухається по флоемі. Отже, переміщення поживних речовин у клітини листя є складним фізіологічним процесом.

Ефективність фоліарного підживлення залежить не лише від того, наскільки добре поживні елементи адсорбуються на поверхні листка, але й від того, як швидко вони переміщуються до інших частин рослини. Поживні речовини за здатністю рухатися по флоемі (зверху вниз, від місця поглинання до органів, що потребують поживи) поділяються на три групи: високорухомі

– N, Mg, S, B, середньорухомі – P, Zn, Cu, Mo, і низькорухомі – Ca, Fe, Mn. Елементи з низькою рухливістю можуть пересуватися лише вгору (акропетально) від місця, куди вони потрапили на листок. Тому, якщо нижня поверхня листя не оброблена розчином, ці елементи не зможуть увійти до тканин [22].

Елементи, які погано пересуваються по флоемі, здатні потрапити лише до тканин, безпосередньо обприсканих розчином. Швидкість їх поглинання залежить від ряду факторів, таких як структура листка і його вік (у молодих листків іонний обмін відбувається швидше), рівень вологості (наявність крапель роси), сила вітру, температура та інші чинники.

Варто зазначити, що не всі добрива підходять для фоліарного підживлення. Вони повинні забезпечувати ефективне поглинання поживних речовин листям без пошкоджень і мати низький сольовий індекс (осмоляльність). Серед азотних добрив карбамід (сечовина) є найбільш оптимальним для позакореневого підживлення, оскільки він не викликає опіків на листках і не призводить до корозії металевих частин обприскувачів.

Основною перевагою карбаміду є те, що його органічні молекули (недисоційовані) проникають у клітини рослин у 10-20 разів швидше, ніж іони мінеральних солей. Крім того, органічна форма сечовини вступає у біохімічні процеси в тканинах рослин швидше, ніж неорганічні азотні солі. На відміну від інших азотних добрив, засвоєння азоту з карбаміду в рослинах проходить лише в дві стадії:

- 1) сечовина перетворюється в аргінін;
- 2) аргінін перетворюється на речовину клітини.

Амідний азот з карбаміду засвоюється швидше, ніж з інших азотних добрив, і цей процес займає лише 0,5-2 години після нанесення розчину на листя. Крім того, молекули карбаміду в складі робочого розчину покращують проникність кутикули листка, що підвищує засвоєння інших компонентів. Це дозволяє зменшити їхню концентрацію до мінімально рекомендованого рівня.

Важливою характеристикою карбаміду є його здатність добре розчинятися у воді. При температурі 20°C насичений розчин містить 52% $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, який демонструє високу стійкість у водному середовищі. Розчинення карбаміду у воді є ендотермічним процесом, під час якого температура розчину знижується. Наприклад, при розчиненні 20 кг карбаміду в 100 літрах води температура розчину знижується на 9°C. Таке охолодження розчину може спричинити у рослин термічний стрес, оскільки температура робочого розчину не повинна бути нижчою від температури повітря більше ніж на 10-12°C.

Крім того, при використанні карбаміду варто враховувати ще одну важливу деталь - вміст біурету. Його концентрація в робочому розчині не повинна перевищувати 0,3%. Біурет утворюється під час грануляції карбаміду та подальшого випаровування при високих температурах [27].

Потенційну проблему, пов'язану з біуретом у карбаміді, можна вирішити шляхом поєднання його застосування із сульфатом магнію. Це дозволяє зменшити ймовірність некрозів листя приблизно у 2-3 рази та водночас підвищити швидкість проникнення магнієвих іонів через кутикулу листя. Сульфат магнію необхідно додавати у співвідношенні 3 кг MgSO_4 на кожні 100 літрів розчину. Критичним рівнем біурету в карбаміді вважається 2%, при цьому у готовому продукті його вміст допускається до 0,6%.

У сучасних технологіях вирощування сільськогосподарських культур зниження ризику опіків на листках при позакореновому підживленні карбамідом досягається додаванням сульфату магнію в робочий розчин. Магній засвоюється протягом 2-5 годин, що сприяє підвищенню рівня хлорофілу в листках, стимулюючи інтенсивніший фотосинтез.

На ефективність позакоренового підживлення також впливає рівень забезпеченості рослин поживними речовинами. Рослини, що мають прихований або ранній видимий дефіцит, здатні краще засвоювати поживні елементи. Крім того, важливим фактором є показник рН робочого розчину.

Вважається, що найбільш оптимальне засвоєння більшості елементів відбувається при рН розчину в межах від 5,5 до 7,0.

Таким чином, позакореневе підживлення є складним фізіологічним процесом, на який впливають різні фізико-хімічні властивості розчину, робочі умови обприскувача, екологічні фактори, а також біологічні особливості листової поверхні рослин [36].

На сьогодні цей агротехнічний захід є одним із найрентабельніших, оскільки за рахунок його впровадження на кожную вкладену гривню можна отримати до 30 гривень додаткового прибутку, що підтверджують результати численних досліджень. Варто зазначити, що всі світові рекорди врожайності основних сільськогосподарських культур були досягнуті завдяки використанню систем удобрення, які включали позакореневе підживлення.

Зараз на ринку представлено широкий вибір водорозчинних добрив для позакореневого підживлення, які можна поділити на дві групи: фертигатори та добрива для листового внесення, які мають подібний хімічний склад. Однак фертигатори призначені для краплинного зрошення, вони дешевші, але не достатньо розчиняються для ефективного позакореневого внесення. Їх використання часто призводить до забивання жиклерів форсунок обприскувачів, що є небажаним явищем. Крім того, після застосування таких добрив на листках залишається сольовий наліт, який легко здувається вітром і не приносить користі рослинам.

Тому в наших дослідженнях ми сконцентрувалися на повністю водорозчинних азотних добривах. Це обумовлено тим, що азот є найбільш швидко засвоюваним елементом серед мінеральних поживних речовин - рослини поглинають його протягом однієї-двох годин. Для порівняння, фосфору для цього процесу потрібно значно більше часу, майже тиждень. Проте для ефективного використання таких добрив важливо правильно визначити допустиму концентрацію водного розчину, оскільки надмірне перевищення рекомендованих доз поживних елементів може негативно вплинути на рослини.

Важливим аспектом є також необхідність враховувати особливості воскового нальоту на листках соняшнику, який може впливати на проникнення поживних речовин в рослину. Тому проведення наукових досліджень в цьому напрямку є актуальним завданням сучасного рослинництва [35].

На основі проведеного нами огляду літературних джерел можна зробити такі висновки. Досить детально досліджено питання основного удобрення, існує багато публікацій, присвячених інкрустації насіння та рядковому удобренню соняшника. Більш широко розглянута ефективність прикореневого підживлення, проте, на жаль, позакореневе підживлення залишається недостатньо вивченим. Лише частково визначено, що для соняшника надзвичайно важливими є два елементи живлення - фосфор і бор, а для їх кращого засвоєння необхідний азот. Однак норми внесення цих добрив під час фоліарного підживлення ще не встановлені. Дослідження цього питання і стало темою даної магістерської роботи.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ І УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Методи дослідження

Дослідження проводилися у 2024 році в умовах господарства ФОП Комяк, під час проведення польових та лабораторних дослідів з використанням модельних методів досліджень. Для наукового обґрунтування мети дослідження ефективності фоліарного підживлення рослин сояшника та обґрунтування визначених завдань, узагальнення результатів експериментальної діяльності проводилося з використанням різних підходів і методів.

Серед них: метод індукції, який застосовувався при аналізі різних наукових позицій на основі практичного досвіду, та метод синтезу, який використовували для групування, класифікації й узагальнення отриманих експериментальних даних. Особлива увага була приділена діалектичному методу, що ґрунтувався на фенологічних даних і спостереженнях за тенденцією темпів росту та розвитку сояшника впродовж вегетаційного періоду [14].

Для глибшого аналізу процесів росту і формування продуктивності рослин ми досліджували взаємозв'язки та залежності між інтенсивністю розвитку сояшника та погодними умовами. Польові експерименти проводилися відповідно до загальноприйнятих методик, а також із використанням методичних розробок Інституту зернового господарства Національної академії аграрних наук України.

Попередником сояшника була пшениця м'яка озима, яку збирали перед сівбою сояшника. Основним об'єктом дослідження був важливий елемент системи удобрення - позакореневе підживлення, яке вивчалось на спеціально закладеній дослідній ділянці.

Площа посівної ділянки становила 100 м², облікової - 25 м², дослідження проводили в трьохразовій повторності. В лабораторно-польових дослідженнях використовували ділянки розміром 2 м² з п'ятикратною повторністю [33].

Ділянки варіантів у польових дослідах були розташовані в один ярус послідовно, а сівба проводилася у оптимальні строки після досягнення стиглості ґрунту. Норми висіву насіння соняшника відповідали зональним рекомендаціям.

Для вивчення питання інтенсивності та ефективності фоліарного підживлення водних розчинів фосфоровмісних добрив, карбаміду, та аміачної селітри в поєднанні із борними мікродобривами нами було проведено два польових досліди, які виконувались за наступною схемою наведеної в (табл. 2).

Таблиця 2

Схема першого польового досліді

Варіанти	Добрива
1	Контроль(без добрив)
2	Антистрес 1,7 л/га +2 кг/га карбаміду+ прилипач (Ester Life 7701) 1,0 л/га
3	Wycsal P 1,0 л/га+2 кг/га карбаміду+ прилипач (Ester Life 7701)1,0 л/га
4	Мікродобриво борне (поліборат) 1,0 л/га+2 кг/га карбаміду+ прилипач (Ester Life 7701) 1,0 л/га
5	Wycsal P 1,0 л/га+2 кг/га карбаміду+ прилипач (Ester Life 7701) 1,0 л/га+ поліборат 1,0 л/га
6	Антистрес 1,7 л/га+ поліборат 1,0 л/га+2 кг/га карбаміду+ прилипач (Ester Life 7701) 1,0 л/га

У першому досліді ми вивчали ефективність вітчизняного фосфоровмісного препарату Антистрес за вже загальновідомою нормою, в поєднанні із борним мікродобрином, яке представлене поліборатом, а також фосфоровмісного німецького добрива Wucsal P і карбамідом.

В другому досліді ми використовували декілька концентрацій водних розчинів, а саме в одному літрі води розчинили 12,5; 25; 37,5; 50; 62,5; 75; 87,5 грамів карбаміду і аналогічні данні для аміачної селітри.

Контроль здійснювався чистою водою. Розчини вносили із розрахунку витрат 200 л/га, що в перерахунку на одну рослину становило 4,5 мл.

Ефективність застосування водних розчинів антистресових препаратів, борного добрива та водних розчинів карбаміду була оцінена через аналіз стану рослин, зокрема рівня пошкодження листків некрозами. Також ми досліджували вплив цих розчинів на висоту рослин, діаметр кошика, площу листової поверхні рослин соняшнику, кількість насіння в кошику, масу тисячі насінин та інші біологічні показники. Окрім цього, застосовувалися морфологічні та аналітичні методи досліджень, серед яких широко використовувались загальноприйняті методики.

Зокрема, ми здійснювали фенологічні спостереження, фіксуючи початок настання у 10% та 75% рослин відповідних фаз розвитку, таких, як поява сходів, 4-6 листків, формування 10-12 листків, цвітіння та настання стиглості насіння соняшнику. Для вивчення інтенсивності наростання сирії та сухої вегетативної маси в основні етапи органогенезу проводили шляхом відбору проб у двох несуміжних повтореннях із подальшим їх аналізом за морфологічними характеристиками. Густану посівів соняшнику оцінювали по варіантах досліді поділянково відповідно до схеми досліді підраховуючи кількість рослин в рядку на відстані 14,5 м.

Для того, щоб встановити, які оптимальні концентрації водних розчинів аміачної селітри та карбаміду для проведення фоліаного підживлення був проведений додатковий дослід за такою схемою (табл. 3, 4).

Таблиця 3

**Схема польового дослідження водними розчинами карбаміду різної
концентрації**

Варіант дослідження	Концентрація водних розчинів карбаміду, %
1	Контроль (чиста вода)
2	1,25
3	2,50
4	3,75
5	5,00
6	6,25
7	7,50
8	8,75

Морфологічні дослідження проводили за методикою Ф.М. Купермана, а площу листової поверхні визначали методом «висічок» за А.А. Ничипоровичем. Водночас, вивчали й інші важливі показники.

Збирання врожаю здійснювалося методом прямого комбайнування, при якому з кожної дослідної ділянки відбиралися зразки насіння для визначення його якості та рівня засміченості. Бункерна маса була перерахована на отриману врожайність з гектара з урахуванням засміченості та стандартної вологості зерна (табл. 4)

Таблиця 4

Схема польового дослідження водними розчинами аміачної селітри різної концентрації

Варіант дослідження	Концентрація водних розчинів аміачної селітри ,%
1	Контроль (чиста вода)
2	1,25
3	2,50
4	3,75
5	5,00
6	6,25
7	7,50
8	8,75

Отримані дані оброблялися за допомогою дисперсійного аналізу, також використовувалися методи кореляційного аналізу для визначення взаємозв'язків між показниками [33].

Економічна оцінка результатів дослідження була проведена відповідно до методик, розроблених Інститутом зернового господарства та Національним науковим центром "Інститут аграрної економіки" Національної академії аграрних наук України, за цінами на основну продукцію 2024 року.

2.2. Кліматичні особливості зони проведення досліджень

В адміністративному відношенні господарство ФОП Комяк розташоване в Криворізькому районі Дніпропетровської області. Клімат господарства частково охоплює центральну частину півдня України. Він помірно

континентальний, причому континентальність зростає в міру переміщення на південь. Це зумовлено впливом гарячих повітряних мас, які надходять в даний регіон із півдня нашої держави.

Клімат Криворізького району помірно континентальний, з вираженими сезонами, де спостерігаються досить суворі зими та спекотне літо. У 2024 році середньорічна температура в Криворізькому районі становила близько $+10^{\circ}\text{C}$. Цей показник був трохи вищим за середньорічну норму для даного регіону, що відображає загальну тенденцію до підвищення температур, характерну для останніх років.

Середня температура найхолоднішого місяця зими в Криворізькому районі, зазвичай січня, становить близько -4°C . Однак, ця температура може варіювати залежно від конкретних погодних умов у різні роки. У 2024 році середня температура січня була дещо вищою за стандартну норму, через тепліші відлиги, і становила близько -2°C , що вказує на поступове підвищення температури зимових місяців у регіоні. Середня температура найтеплішого липня, сягала близько $+29^{\circ}\text{C}$.

Це трохи вище за багаторічну норму для регіону, що свідчить про підвищення літніх температур і тенденцію переходу до більш посушливого клімату. Влітку часто спостерігаються посухи та суховії, що згубно впливають на рослини соняшника. Ця кліматична зона характеризується частими сухими вітрами високої інтенсивності [44].

Аналізуючи погодні умови у 2024 році, слід зазначити, що зима вирізнялася частими відлигами, з підвищенням температури до $+10-13^{\circ}\text{C}$. Ґрунт був огорнутий сніговим покривом короткий проміжок часу і був нетривалим з висотою всього лише 3–4 см, що сприяло промерзанню ґрунту на відносно велику глибину до 70 см.

Весною 2024 року мали місце часте повернення холодів, які супроводжувались заморозками, що спостерігалися до початку травня.

Впродовж весни переважали східні вітри, які, за відсутності опадів, спричинили швидке пересихання поверхні ґрунту, що в подальшому

негативно вплинуло на проведення посівних робіт, зокрема на отримання своєчасних сходів соняшника.

Соняшник у господарстві було посіяно навесні в першій декаді травня, зокрема третього числа 2024 року, коли середньоденна температура повітря сягала $+18^{\circ}\text{C}$. У порівнянні з середніми показниками минулих років, це значення було дещо вищим, що сприяло швидшому прогріванню ґрунту і вплинуло на строки початку польових робіт у регіоні.

Особливо помітне підвищення температури відбувалося у квітні та серпні, що призвело до зростання посушливості клімату в регіоні. В цьому відношенні 2024 рік можна вважати унікальним, оскільки кількість атмосферних опадів була вкрай низькою. Однак, їх розподіл впродовж вегетаційного періоду був нерівномірний, що наведено на (рис. 1).



Рис.1. Показники кліматичних умов господарства 2024 року

Перехід середньомісячної температури повітря через 0°C , відбувається в другій декаді березня. Початком вегетаційного періоду, відколи температура піднялася до $+7-8^{\circ}\text{C}$, спостерігався в першій декаді квітня, а літо розпочалося, коли середньомісячна температура перевищила $+15^{\circ}\text{C}$, що припало на другу декаду травня.

Водний режим господарства характеризувався тим, що річний рівень випаровування вологи перевищував кількість випавших атмосферних опадів.

Середньорічна сума опадів становила 350 мм, зокрема більшість опадів випала взимку, тоді, як у літній період їх було дуже мало [47].

Такий дефіцит атомосферних опадів посилив негативний вплив посухи на сільськогосподарські культури, зокрема, через зниження вологості ґрунту та високу ймовірність виникнення посух упродовж літа. Слід також відмітити, що відносна вологість повітря в літні дні часто знижувалася до 30% (рис. 2).



Рис.2. Динаміка кількості опадів 2024 року

На (рис.2) відображена динаміка зміни фактичної кількості атмосферних опадів за 2024 рік (синій колір), і виконана їх порівняльна оцінка по відношенню за сереньо багаторічних показників в даному регіоні (зелений колір). Як видно з (рис.2), найбільша кількість атмосферних опадів спостерігалася у червні, а значне відхилення від норми було помітно в квітневому та серпневому місяцях, коли опади були значно нижчими від очікуваних.

Таким чином, погодні умови 2024 року суттєво відрізнялися від попередніх років: 2024 рік був екстремально посушливим. Отже, отримані в цьому році результати досліджень впливу позакореневого підживлення на ріст і розвиток соняшника мають не тільки наукове, але й велике практичне значення.

2.3 Агрохімічна і агрофізична характеристика чорнозему звичайного дослідного поля господарства ФОП Комяк

Водороздільна рівнина Дніпропетровської області представлена зональними типовими ґрунтами, зокрема, чорноземом звичайним малогумусним важкосуглинковим, який сформувався на карбонатному лесі. Ґрунтоутворююча порода цього чорнозему належить до четвертинних відкладень із домінуванням лесоподібних суглинків важкосуглинкового гранулометричного складу. Глибина лесового шару в цьому господарстві є значною і має потужність, яка сягає 20–30 метрів.

У структурі лесу простежуються яруси, розділені викопними ґрунтами, зокрема верхній ярус є основним у ґрунтоутворенні, тоді як нижні яруси беруть участь у цьому процесі меншою мірою. Лесоподібні суглинки є добре відсортованими, карбонатними, з палевим забарвленням. Карбонат кальцію тут стабілізує органічну масу ґрунту, що розкладається, та коагулює гумусні частинки [58].

Чорноземи цієї зони характеризуються малогумусністю, важкосуглинковістю та слабкою змитістю. Гумусовий горизонт (Н) має потужність близько 38–40 см, темно-сірий із грудкувато-глинистою структурою. Під ним, на глибині 27–38 см, залягає підорний шар з грудкувато-зернистою структурою. Гумусно-перехідний горизонт (НР) розташований на глибині 38–60 см, з відтінками, що світлішають донизу, а перехід до наступного шару є поступовим.

Глибше залягає горизонт (РНк) перехідний потужністю до 60–80 см, з сірими відтінками, які світлішають, а також із включеннями землерийок. Карбонати, представлені у вигляді білоглазки та псевдоміцелію, чітко спостерігаються з глибини 100–130 см. Материнська порода (Рк) є карбонатним шпаруватим лесом бурого кольору з вираженим виділенням карбонатів. Орний шар характеризується важкосуглинковим складом, з вмістом пилу до 40–45% і фізичної глини до 50%, в т. ч. мулистих частинок

близько 20%. Механічний склад залишається сталим по всьому профілю ґрунту.

Агрохімічні показники цього чорнозему свідчать про вміст гумусу в орному шарі на рівні 3,0–3,5%, який зменшується в глибших шарах, зокрема, на глибині 40–60 см до 1,5–2%. Основні елементи, такі як кальцій та магній, насичують ґрунтовий поглинальний комплекс: вміст кальцію становить 27 мг-екв. на 100 г абсолютно-сухого ґрунту, а магнію лише на – 4,5 мг-екв. на 100 г ґрунту.

Щільність чорноземів цього типу поступово збільшується з глибиною. Орний шар має грудкувато-суглинкову структуру, а водостійкі агрегати в ньому варіюють від 40 до 50%. Основний чинник, що обмежує врожайність насіння соняшнику, - це недостатня забезпеченість рослин продуктивною вологою. Оптимальна вологість для обробки чорноземів становить 17–19%; оранка при такій вологості сприяє формуванню дрібноагрегатного стану ґрунту.

При цих дослідженнях варто враховано вплив температурного режиму та умов зволоження, які відіграють ключову роль у рості рослин. Для отримання високих врожаїв соняшника слід зосередити свою увагу на збереженні продуктивної вологи в ґрунті та підвищенні адаптації рослин до посушливих умов, зокрема за допомогою їх фоліарного підживлення азотно-фосфорними добривами та мікродобривами, зокрема борними.

2.4 Агротехніка вирощування соняшнику в умовах польового дослідіду

В умовах польового дослідіду, проведеного в господарстві ФОП Комяк, попередньою культурою для соняшнику виступала пшениця м'яка озима. Для забезпечення належної ротації та захисту від хвороб посівні площі соняшнику не перевищували 30% від загальної структури посівних площ наявних в господарстві. У зв'язку з використанням гібридів, чутливих до зараження

вовчком та іншими хворобами, обмеження частки посівів соняшнику сприяло зниженню ризику розмноження збудника цього захворювання [36].

Після збирання пшениці озимої стерню обприскали деструктором соломи бактеріальним добривом Ризобакт-Гуміфікатор, яке вносилося сумісно з карбамідом. На кожен тону соломи було використано по 10 кг карбаміду в діючій речовині. Урожай пшениці озимої в 2023 році становив 3,5 т, тоді знаючи, що співвідношення між у зерном і листо-стебельною масою становить 1,0:1,5, тоді маємо результат соломи на полі залишається 5,25 т. Для прискорення її мінералізації на кожен тону соломи внесли кількість азоту, що в фізичній вазі становить 21,7 кг.

Для розкладання всієї соломи по полю, а саме 5,25 т нами було використано 114,10 кг карбаміду в фізичній вазі. Цей агротехнічний захід виконується для того щоб співвідношення між вуглецем і азотом меншим за 30. За наявного в соломі співвідношення між вуглецем і азотом целюлозолітичним мікроорганізмам не вистачає азоту для свого розмноження тому за допомогою внесення карбаміду ми його зменшили до 20 і створили сприятливі умови для харчування азотом целюлозолітичних бактерій завдяки яким відбувається інтенсивний розклад соломи.

Поряд із аборигенними мікроорганізмами внесені нами спеціальні штами целюлозолітичних мікроорганізмів разом прискорили процес розкладу соломи. В якості такого бактеріального препарату було використано деструктор соломи з нормою витрати цього препарату 1,5-3,0 л/га. Після обприскування стерні пшениці проводили дискування бороною БДЛП-6,3.

Основний обробіток ґрунту проводили ґрунтообробним знаряддям КПШ-5, орієнтуючись на глибину 25-30 см, що відповідає гумусовому горизонту. Даним основним обробітком ґрунту забезпечується мінімальна інтенсивність мінералізації гумусу. Це робиться для того, щоб побільше зберегти наявні в ґрунті поживні речовини, які в майбутньому будуть використанні рослинами соняшнику.

Весняний обробіток передбачав закриття вологи за допомогою важких борін в поперек зябу. Подальша культивація на глибину 8-10 см із застосуванням культиваторів з лапами стрільчастої форми і боронами БЗС-1 дозволила подрібнити грудочки ґрунту і вирівняти його поверхню [47].

Соняшник відомий своєю здатністю до конкуренції з бур'янами, проте без належного контролю їх зростання може суттєво знизитись його врожайність. Особливо критичним для рослин є період до утворення кошиків. З цією метою застосовували страховий гербіцид для контролю дводольних бур'янів, що включали всі види осоту, молочаю, в'юнка польового, задля забезпечення чистих посівів. Міжрядні обробітки виконували культиватором КРН-5,6 відповідно до сівби сівалкою УПС-8 з міжряддям 70 см.

Для запобігання захворюванням висівів традиційними хворобами висів здійснювався насінням, обробленим фунгіцидом Роял То (3 кг/т) і інсектицидом Круїзер (6 кг/т), що гарантувало стійкість рослин до збудників. Посів здійснювали з густотою 50 тис.шт. рослин на гектар, насінням високоякісного гібриду PR64F66, його проводили в першу декаду травня (03.05.24). Після посіву проводили боронування штрингельною бороною для вирівнювання поверхні поля. У період вегетації проводили ще одне боронування у фазі 2-4 листків з метою видалення перших сходів бур'янів наприкінці травня(27.05.24). У фазі 6-8 листків проводили контроль бур'янів обприскуванням гербіцидом Геліантексом у нормі витрат 0,045л/га в першій декаді червня (05.06.24). Для підживлення рослин і знищення бур'янів було проведено міжрядну культивацію (09.06.24).

Збір врожаю розпочинали першого вересня, коли вологість насіння досягала нормативного рівня, що дозволяло забезпечити якісне вимолочування кошиків без значних втрат. У цьому році завдяки сухим умовам проблем із вологістю насіння не виникало, що дозволило провести збиральні роботи своєчасно та якісно.

РОЗДІЛ 3

ЕФЕКТИВНІСТЬ ФОЛІАРНОГО ПІДЖИВЛЕННЯ РОСЛИН СОНЯШНИКУ В КРИТИЧНІ ФАЗИ РОЗВИТКУ ВОДНИМИ РОЗЧИНАМИ ФОСФОРОВМІСНИХ ДОБРИВ, КАРБАМІДУ, АМІАЧНОЇ СЕЛІТРИ ТА БОРНОГО МІКРОДОБРИВА

3.1 Ефективність фоліарного підживлення рослин соняшнику водними розчинами фосфоровмісних добрив сумісно з борними мікродобривами

3.1.1. Вплив водних розчинів фосфоровмісних добрив в суміші із борними мікродобривами на висоту рослин в початковій фазі онтогенезу

В першому польовому досліді, у якому вивчалася ефективність фоліарного підживлення соняшнику у фазах розвитку 4-6 листків водним розчином Антистресу (норма-1,7 кг/га) та німецького фосфоровмісного добрива Wycsal P (норма -1,0 л/га), досліджувався вплив цих водорозчинних туків у складі бакової суміші на висоту рослин соняшнику.

Отримані результати вимірювання висоти рослин через два тижні після проведення даного агрозаходу наведені в (рис. 3).

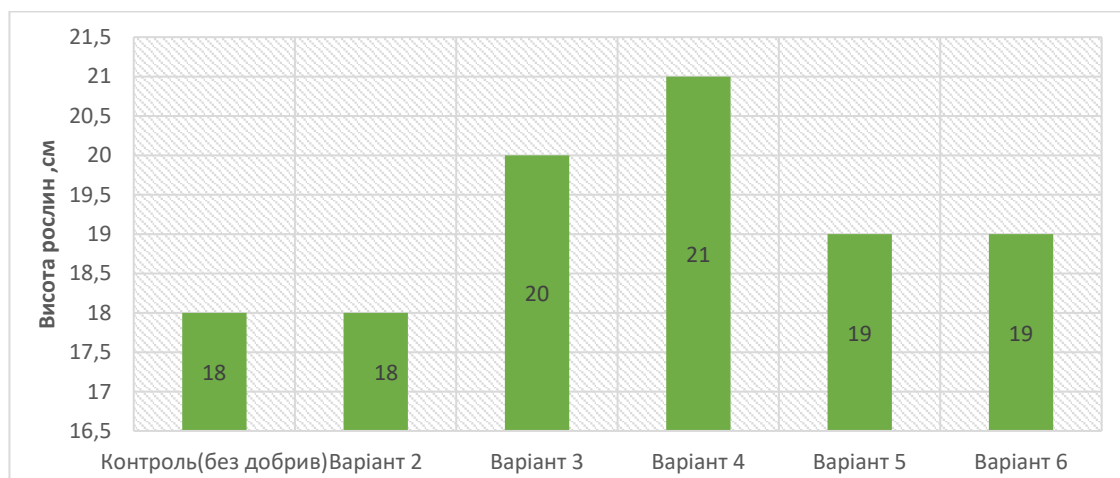


Рис. 3. Середнє значення висоти рослин соняшнику, см у фазі 4-6
листіків

Дослідження продемонстрували, що найбільш суттєвий вплив на ріст і розвиток рослин соняшнику здійснювало німецьке добриво Wycsal P (норма - 1,0 л/га) у поєднанні з 2 кг карбаміду і прилипачем. Різниця між третім варіантом і контрольним варіантом становила 2 см, що свідчить про те, що фосфоровмісне добриво позитивно вплинуло на клітини меристематичних тканин соняшнику і сприяло їх інтенсивному поділу, що в кінцевому результаті призвело до збільшення висоти рослин на два сантиметри.

Проте найбільш інтенсивний стимулюючий ефект на ріст і розвиток рослин соняшнику здійснило борне мікродобриво Поліборат використане разом із карбамідом та прилипачем. Це свідчить про те, що фосфор не здійснював значного впливу на процеси росту, а лише сприяв кращому розвитку рослини, збільшуючи діаметр стебла і частково площу листків. Саме ж зростання висоти рослин найбільше залежало від карбаміду.

У цьому випадку висота рослин була більшою у порівнянні з контролем на 3 см. Другий варіант, у якому ми вивчали ефективність препарату Антистресу (норма - 1,7 кг/га) у поєднанні з карбамідом і прилипачем на висоту рослини, практично не вплинув, оскільки висота рослин залишалася аналогічною, як і в контролі - 18 см у цю фазу розвитку.

У п'ятому та шостому варіантах, де вивчалася ефективність Wycsal P та Антистресу в сполученні з карбамідом, Поліборатом та прилипачем, різниця у порівнянні з контрольним варіантом становила всього лише 1 см. Це ще раз підтверджує, що найбільший вплив на інтенсивний ріст рослин у висоту здійснює азотне добриво карбамід у поєднанні з бором [19].

На основі проведених нами аналізів у цьому підрозділі можна зробити такий висновок: при проведенні фоліарного підживлення рослин соняшнику водними розчинами карбаміду та фосфоровмісними добривами Антистрес і Wycsal P найбільш інтенсивний вплив на поділ клітин меристематичних тканин здійснює карбамід, тоді, як фосфорний вплив у цьому відношенні був скоріше гальмуючим, ніж стимулюючим.

Також нами було проведено повторне вимірювання висоти рослин у фазі 10-12 листків та провели обчислення середніх значень отриманих нами результатів вимірювання (рис. 4).

Виконані дослідження показали наступне: у четвертому варіанті різниця у висоті рослин порівняно з контролем становила 8 см. Це був варіант з борним мікродобривом у поєднанні з карбамідом і прилипачем.

Непогані результати також було отримано у другому варіанті, де використовувався препарат Антистрес у поєднанні з карбамідом і прилипачем (норми яких зазначено вище в схемі): приріст висоти в зіставленні з контролем становив 5 см. У третьому варіанті показник приросту склав 4 см.

Варіанти п'ятий та шостий дали такі показники висоти рослин: німецький препарат Wycsal P у поєднанні з карбамідом і прилипачем забезпечив приріст 3 см, а шостий варіант, де використовували Антистрес у поєднанні з Поліборатом, карбамідом і прилипачем, показав приріст лише в 1 см.

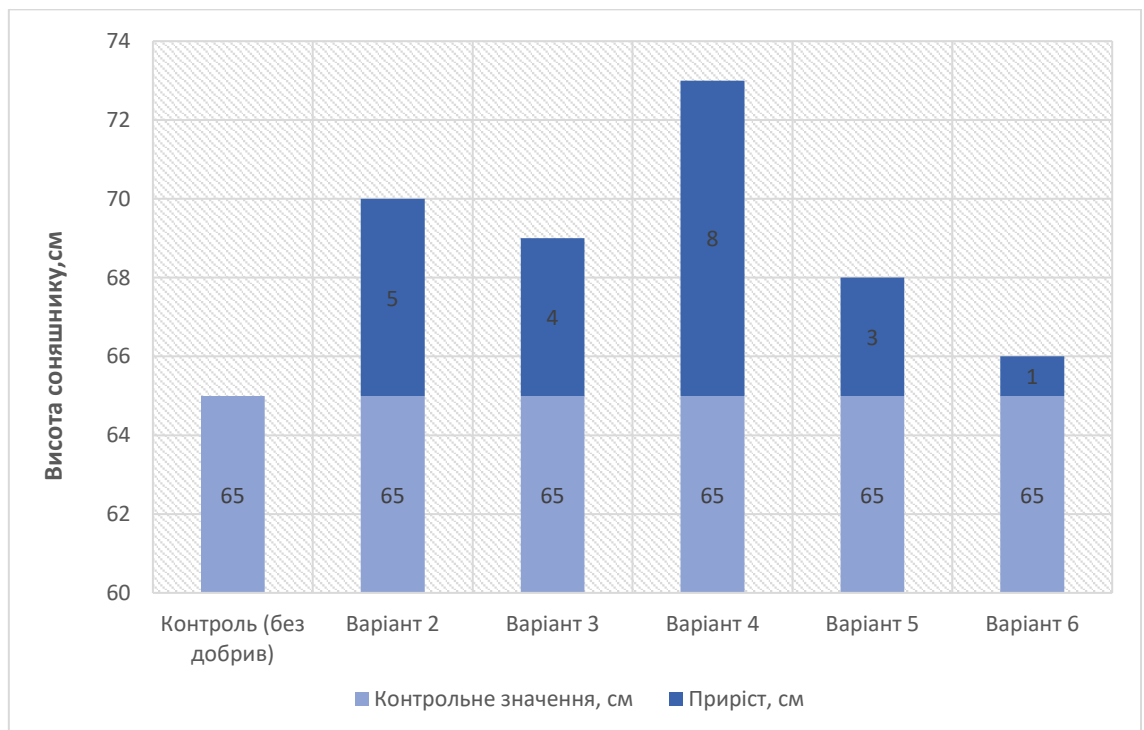


Рис.4. Середнє значення висоти рослин соняшнику (см) у фазі розвитку 10-12 листків

Отже, друге вимірювання виконане у фазі 10-12 листків підтвердило результати попередніх досліджень, згідно з якими найбільш ефективний вплив на ріст і розвиток рослин здійснював водний розчин карбаміду в поєднанні з бором і прилипачем.

У фазі пікового розвитку цвітіння рослин було проведено останнє вимірювання їх висоти (рис. 5). Виконані дослідження дозволили отримати наступні результати: найбільша висота рослин, аналогічно до попередніх фаз розвитку, спостерігалася в четвертому варіанті польового досліду, де приріст становив 5,9 см. Це свідчить про стимулюючий вплив азотних добрив у фазі цвітіння.

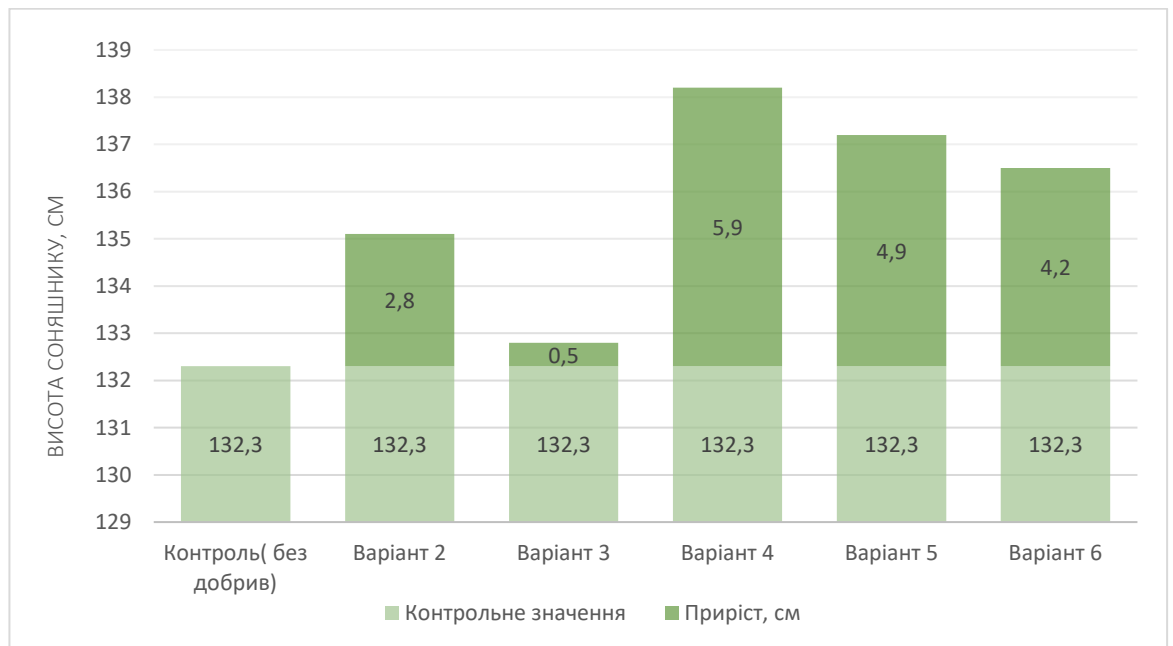


Рис. 5. Зміна висоти рослин соняшнику в фазі цвітіння кошиків залежно від проведеного фоліарного підживлення на початку онтогенезу

На інших варіантах такої значної зміни не спостерігалось, висота рослин на варіантах польового досліду вирівнювалась, а стимулюючий ефект помітно зменшувався. Отже, на основі виконаних вимірювань рослин ми можемо зробити такий висновок: найбільш ефективний вплив на ріст і розвиток рослин соняшнику здійснюють азотні добрива, а фосфоровмісні добрива Wycsal P і Антистрес впливають на цей процес несуттєво.

3.1.2. Вплив позакореневого підживлення рослин соняшника водними розчинами фосфоровмісних і борних добрив на кількість листків на рослині

Слід відмітити, що збільшення висоти рослин тісно пов'язане із зростанням кількості листків на самій рослині (рис.6).

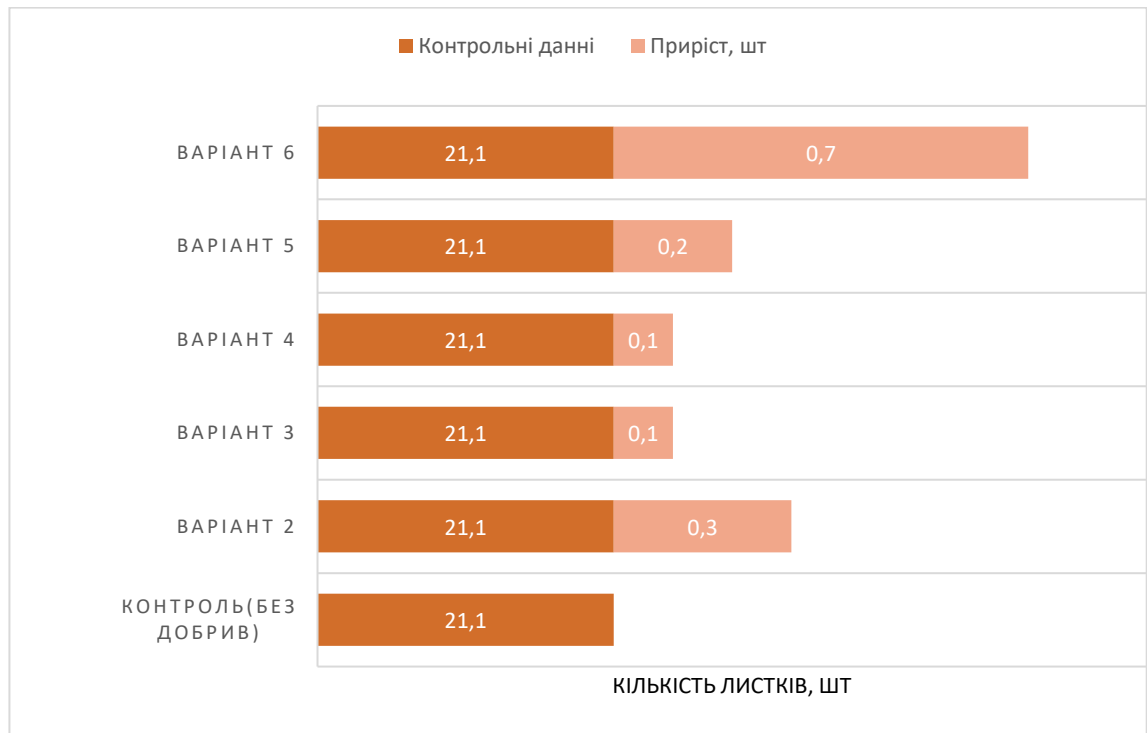


Рис.6. Зміна середньої кількості листків рослин соняшнику в залежності від фоліарного підживлення

Облік кількості листків показав наступне: на контролі загальна кількість листків на одній рослині становила 21,1 штук. На інших варіантах польового дослідження різниця була незначною, майже однаковою, і перебувала в межах похибки дослідження. Це свідчить про те, що чисельність листків на рослині, ймовірно, є більшою мірою гібридною ознакою, а фоліарне підживлення суттєво практично не впливало на величину цього показника.

Отже, виконані дослідження дозволяють зробити наступний висновок: фоліарне підживлення не здійснювало значного впливу на чисельність листків на стеблі рослини.

3.1.3. Вплив позакореневого підживлення на ріст асиміляційної поверхні рослин соняшника

В найбільшій мірі фоліарне підживлення водними розчинами фосфоровмісних добрив Wycsal P, Антистрес, борного мікродобрива та карбаміду вплинули на ріст асиміляційної поверхні та вміст у листках пігменту хлорофілу. Проведений аналіз площі листків, що визначалась ваговим методом, так званим методом «висічок», дозволив отримати наступні результати. Дослідження показали, що, аналогічно висоті рослин, позитивний вплив на ріст площі асиміляційної поверхні здійснювали водні розчини карбаміду, а фосфоровмісні добрива Wycsal P та Антистрес на цей показник впливали в меншій мірі [27].

Це узгоджується з даними літературних джерел де зазначено, що фосфор в найбільшій мірі впливає на стресостійкість рослин, зокрема на підвищення адаптації рослин до посухостійкості та високих температур. Натомість азот, який входить до складу карбаміду в амідній формі, найбільш інтенсивно вплинув на ріст площі асиміляційної поверхні. Тому у варіантах, де був присутній лише карбамід, площа листків була більшою у порівняннях даних з використанням композицій карбаміду з Антистресом та Wycsal P. Підтвердженням цього є (рис. 7), який відображає зміну показника площі асиміляційної поверхні рослин в залежності від фоліарного їх підживлення.

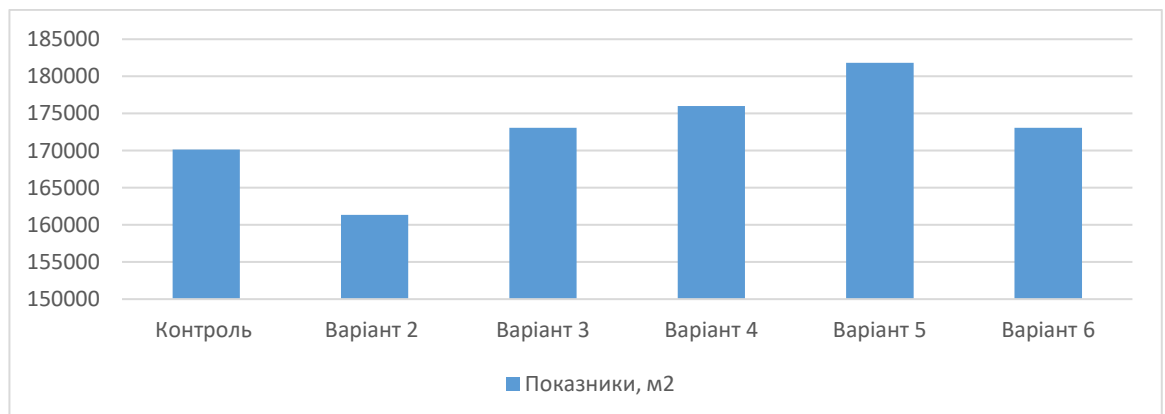


Рис. 7. Показники площі асиміляційної поверхні листків (м²) в залежності від фоліарного підживлення рослин соняшнику

3.1.4. Вплив фоліарного підживлення на накопичення сирії та сухої маси рослин соняшнику по основним фенологічним фазам їх розвитку

Проведене фоліарне підживлення сприяло не лише інтенсивному росту рослин у висоту та збільшенню асиміляційної поверхні, а й позитивно вплинуло на накопичення вегетативної маси, яку визначали, як у сирому, так і в сухому стані. Для оцінки цього показника ми визначали масу однієї рослини у трикратній повторності в сирому вигляді, після чого рослини подрібнювали, висушували та повторно вимірювали масу у сухому стані отримані дані наведені в (рис. 8).

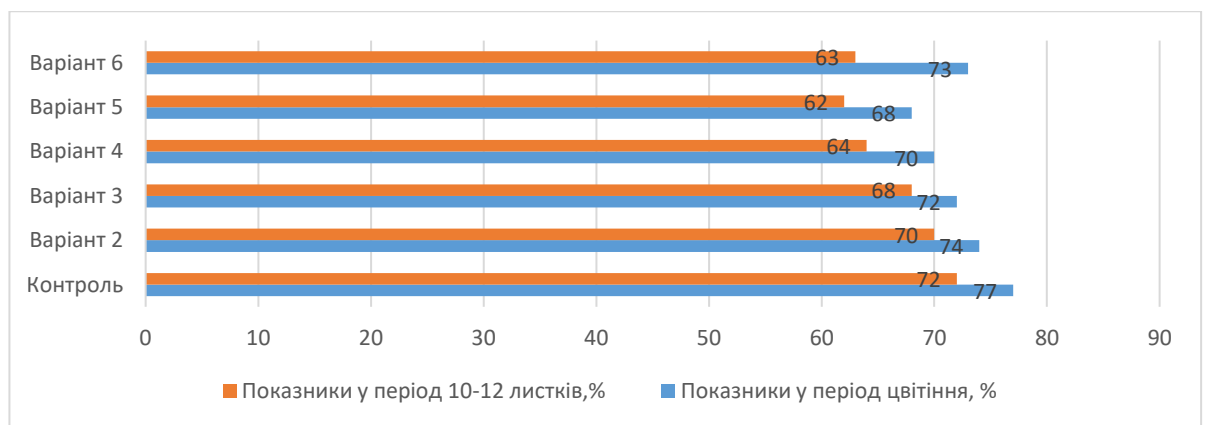


Рис.8. Вплив фоліарного підживлення рослин соняшнику на накопичення сирії маси

Вплив на накопичення сухої речовини справили композиції, що містили фосфоровмісні добрива, такі, як Wycsal P, Антистресові препарати у поєднанні з карбамідом, борними добривами та приймачем. Це пояснюється тим, що фосфор значною мірою сприяв збільшенню сухої речовини, оскільки з його участю зростала маса рослини. Варіанти з азотними добривами формували клітини з більшим вмістом води, тоді, як у випадках застосування карбаміду без фосфору спостерігався підвищений вміст вологи в рослинах. Саме використання фосфоровмісних добрив забезпечувало збільшення сухої маси. Отже, комбінація азотних і фосфоровмісних добрив найбільшою мірою сприяла накопиченню сухої речовини соняшника.

3.1.5 Вплив фосфоровмісних добрив і борного мікродобрива за фоліарного їх використання на масу кошика рослин соняшника

Фоліарне підживлення, особливо виконане з використанням фосфоровмісних добрив, позитивно вплинуло на масу кошика однієї рослини. Для визначення цього показника ми відібрали по 10 кошиків на кожному варіанті в фазі повної стиглості рослин.

Після цього кошики підсушили до однакової вологості, яка не перевищувала 10%, а далі провели дослідження за сертифікованою методикою. В кожному варіанті зважували по 10 кошиків та обчислювали середню масу одного кошика.

Отримані експериментальні дані проаналізували оформивши їх в зручній для сприйняття формі в вигляді графіку (рис.9).

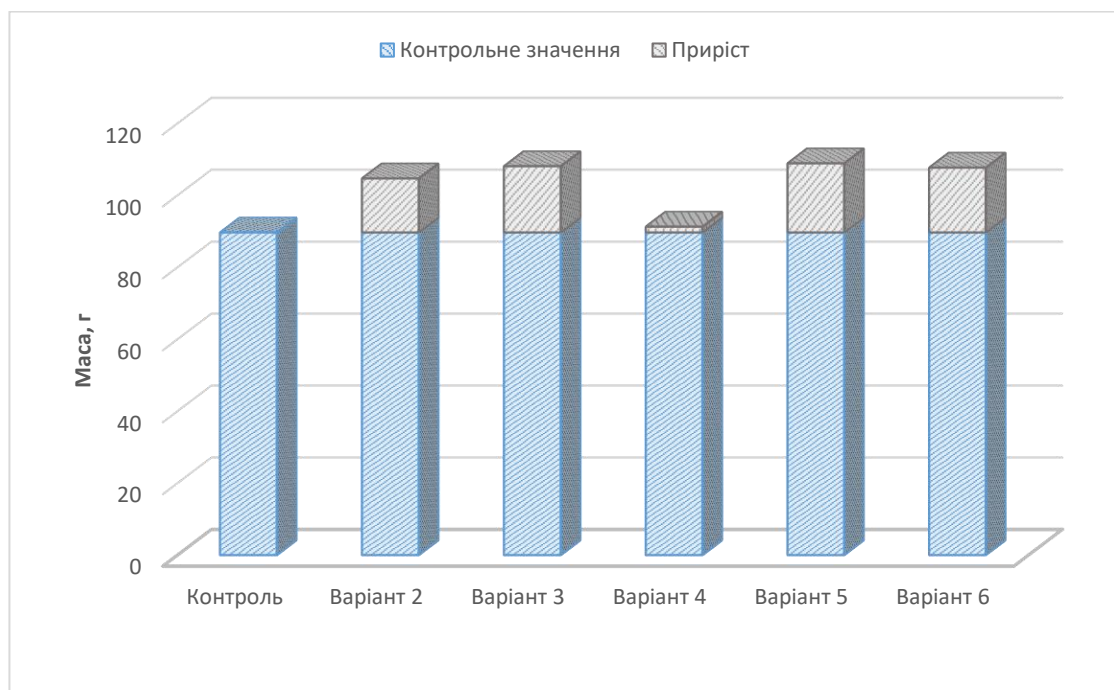


Рис.9. Середня маса кошику однієї рослини соняшнику залежно від фоліарного підживлення виконаного в початковій фазі онтогенезу

Результати показали, що найкращий показник продемонстрував варіант 5, у якому використовувалася німецький фосфоровмісний препарат Wucsal P у поєднанні з карбамідом, прилипачем та борним добривом Поліборатом (норми внесення вказані в схемі досліджу).

Ця композиція добрив у складі бакової суміші для позакореневого підживлення дала змогу отримати кошики із середньою масою 108,9 г. У порівнянні з контролем, де середня маса становила 89,7 г, приріст маси склав 19,2 г, що було найвищим показником серед досліджуваних варіантів. Зазначимо, що в варіанті 6 середня маса кошиків була дещо меншою - різниця становила всього лише 2-3 г.

Також добрі результати продемонстрував варіант 3, де застосовувався Wycsal P разом з карбамідом і прилипачем, але без борного мікродобрива. Тут приріст маси кошика склав 18,4 г, що лише на 1 г менше у порівнянні з варіантом, де використовувався бор [41].

Дослідження показали, що значну частку у прирості маси кошика забезпечив саме фосфоровмісний препарат Wycsal P. В даному випадку вітчизняний препарат Антистрес дещо поступався німецькому Wycsal P, але все ж продемонстрував вагому різницю у порівнянні з контрольним зразком.

Значить, спираючись на основу проведених нами досліджень можна підбити підсумки, що головний позитивний вплив на приріст маси кошика за умов позакореневого підживлення здійснюють фосфоровмісні добрива, такі як Wycsal P та препарат Антистрес.

3.1.6 Вплив фосфоровмісних добрив використаних сумісно в складі бакової суміші з борним мікродобривом Поліборатом на розміри діаметра кошика після його цвітіння

Виконаний агротехнічний захід фоліарне підживлення рослин соняшнику водними розчинами фосфоровмісних добрив, таких як Wycsal P і Антистрес, у поєднанні з борним мікродобривом Поліборат та прилипачем позитивно вплинуло поряд з іншими показниками ще й також і на діаметр кошика, який вимірювали після цвітіння. На ділянках кожного варіанта в трикратній повторності ми виміряли розміри діаметра кошику на десяти рослинах, а потім вирахували середні значення, які відобразили на (рис. 10).

Опираючись на результати дослідів було встановлено, що найвищий показник було досягнуто у п'ятому варіанті. У цьому випадку приріст діаметра кошика в порівнянні з контролем варіював у межах 1,4-3,3 см.

Найкращий результат був у п'ятому варіанті, де діаметр кошика збільшився на 3,3 см. Це відбулося завдяки комплексному використанню Wycsal P, карбаміду, прилипача і Поліборату (рис.10).

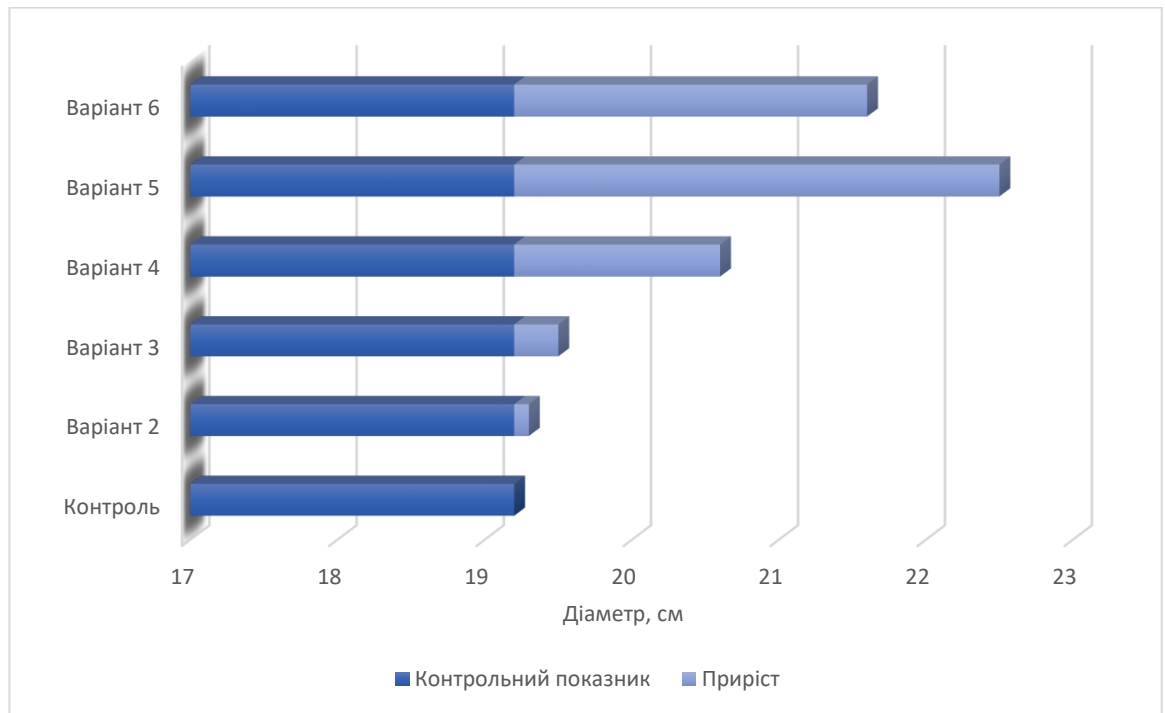


Рис.10. Діаметр кошика після цвітіння середні значення згідно варіанта дослідів

Використання вітчизняного препарату Антистрес дало приріст діаметра кошика на 2,4 см, а в четвертому варіанті, де застосовувалися борне мікродобрино, карбамід і прилипач, приріст склав 1,4 см.

Випадки використання лише одного фосфоровмісного препарату без борного мікродобрива показали незначне збільшення діаметра кошика, яке варіювало в межах від 0,1 до 0,3 см. Отже, дослідження засвідчують, що найбільш стимулюючий ефект на ріст і розвиток кошика після цвітіння забезпечує комплексний вплив фосфоровмісних і борних добрив у поєднанні з карбамідом і прилипачем.

3.1.7 Вплив фоліарного підживлення фосфоровмісними і борними мікродобривами на величину маси тисячі насінин соняшника

Маса тисячі насінин соняшника є важливим показником, що характеризує його виповненість, яке формується під впливом фоліарного підживлення (рис. 11).

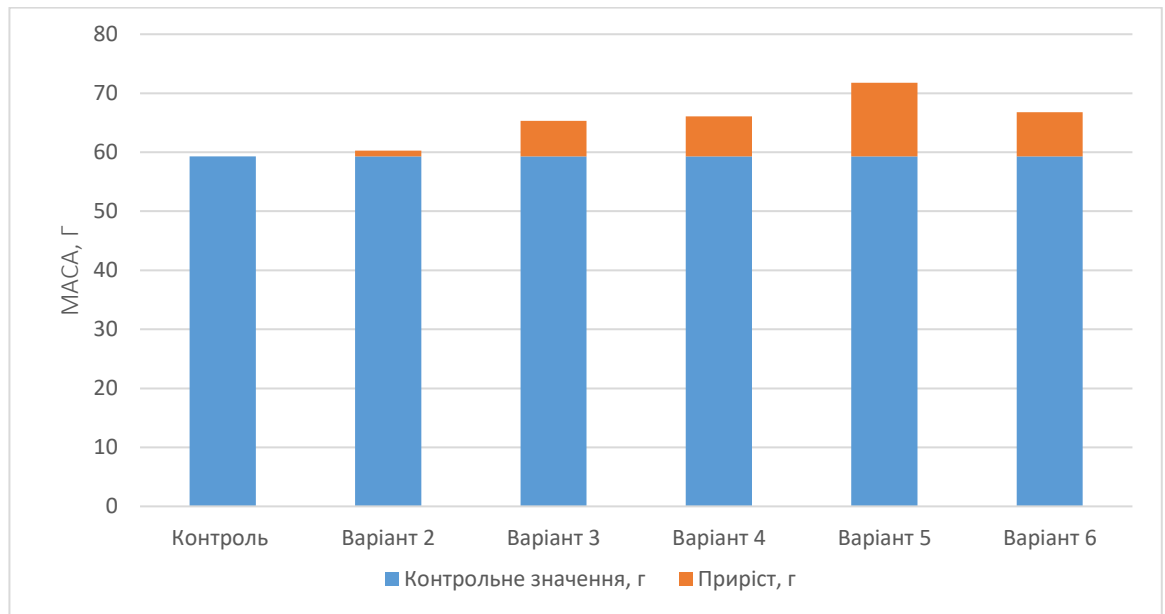


Рис.11. Варіювання маси тисячі насінин соняшнику залежно від фоліарного підживлення рослин фосфоровмісними і борними мікродобривами

Отримані результати показали, що найвищий рівень цього показнику було досягнуто у п'ятому варіанті, де маса тисячі насінин становила 78 г. У порівнянні з контролем, цей приріст склав 12,5 г. Другий за величиною результат було отримано у шостому варіанті, в якому ми використали всі компоненти бакової суміші, але замість Wycsal P застосували фосфоровмісний препарат Антистрес. Різниця між цими варіантами становила 5 г, що свідчить про те, що фосфор у складі Wycsal P був на 5 г ефективнішим, ніж у вітчизняному препараті Антистрес. Це вказує на те, що фосфор у Wycsal P швидше й краще засвоювався рослинами, суттєво впливаючи на масу тисячі насінин.

У варіанті, де не використовували Антистрес, а застосовували лише борні мікродобрива з карбамідом, маса тисячі зерен становила приблизно 60 г. Найнижчий показник отримано у другому варіанті, де використовували Антистрес без борного мікродобрива: приріст маси тисячі зерен порівняно з контролем склав лише 1 г. Проведені дослідження демонструють, що для ефективного фоліарного підживлення доцільно поєднувати фосфоровмісні та борні мікродобрива (рис.12).



Рис.12. Визначення маси тисячі насінин соняшника в зразках відібраних по варіантах польового досліді

Їх спільне застосування проявляє синергічний ефект, посилюючи дію одне одного. Цю закономірність ми врахуємо при розробці рекомендацій для виробництва.

3.1.8. Вплив фоліарного підживлення фосфоровмісними і борними мікродобривами на натуру насіння соняшника

Дуже важливим показником, що часто використовується при аналізі досліджуваних факторів, є натура насіння, яка визначається шляхом вимірювання маси одного літра насіння (рис. 13).

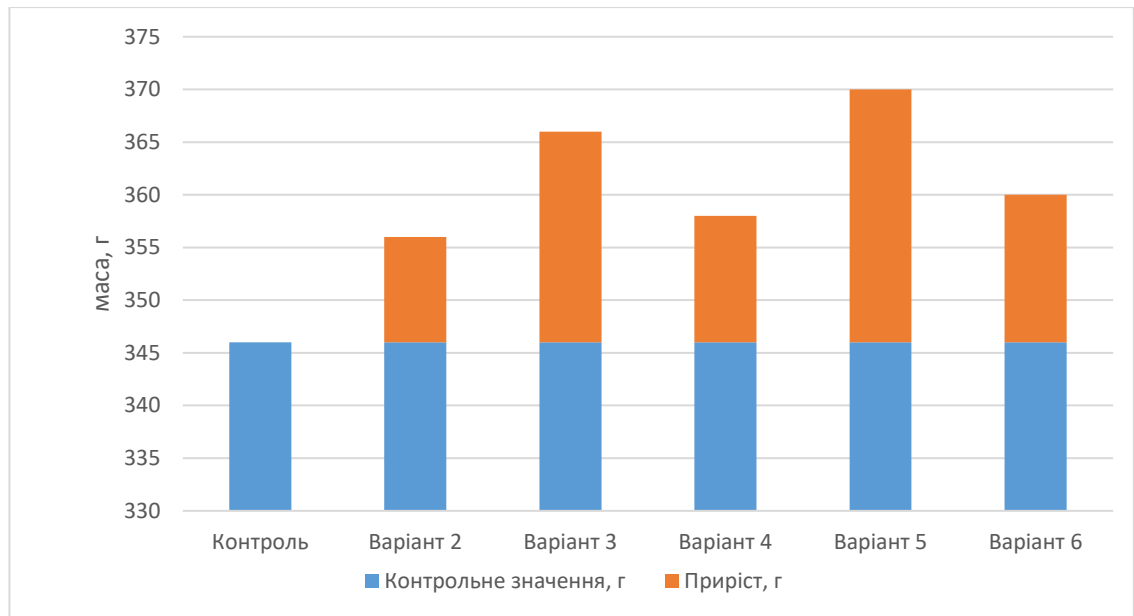


Рис.13. Натура насіння соняшнику по варіантах

Проведені дослідження показали, що найбільшу натуру мало насіння соняшнику в п'ятому варіанті, де цей показник становив 370 г. Порівняно з контролем, приріст натури склав 24 г. У шостому варіанті, де замість Wycsal P використовували препарат Антистрес, натура зменшилась на 10 г і становила 360 г порівняно з п'ятим варіантом.

У третьому та четвертому варіантах різниця в натурі коливалася в межах 12-20 г, а найменша різниця спостерігалась у другому варіанті, де натура була лише на 10 г вищою за контрольний варіант.

Аналіз отриманих даних свідчить, що Wycsal P, використаний у поєднанні з водним розчином карбаміду, прилипачем і борним добривом, показав найкращі результати. Вважаємо, що цей варіант варто рекомендувати фермерам для фоліарного підживлення у виробничих умовах.

3.1.9 Вплив позакореневого підживлення рослин соняшнику водними розчинами фосфоровмісних добрив, борних мікродобрив прилипача та карбаміда на лущинястість насіння соняшнику

У польовому досліді, поряд із вищезгаданими біометричними показниками, ми також аналізували лущинність насіння. Для цього на

кожному варіанті у трикратній повторності відбирали по 10 г насіння, яке зважували, а потім визначали масу очищеного насіння та масу лушпиння.

За отриманими даними ми розраховували відсоток лушпинності насіння. Аналітичні дані були відображені на графіку, аналіз якого наводимо нижче (рис.14). Отже, найвищий відсоток лушпиння у насінні соняшнику було зафіксовано на контрольному варіанті й він становив 36,6%.

На варіантах з позакореневим підживленням спостерігалась стійка тенденція до зменшення частки лушпиння та збільшення маси самої насінини, яка займала більший обсяг. Найбільше зменшення відсотка лушпиння було відмічено у п'ятому варіанті, де використовували мікродобриво Wycsal P із вищеназваними компонентами, - ця різниця становила 3,8% (рис.14).

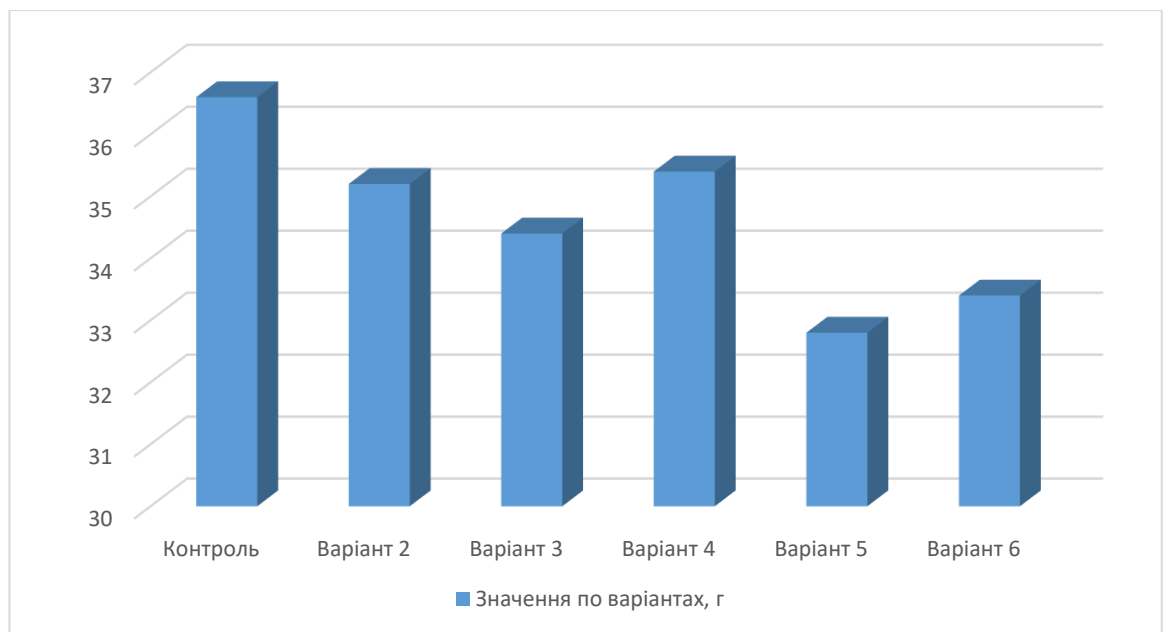


Рис.14. Вплив фоліарного підживлення на масу лушпиння по варіантах польового досліджу

У шостому варіанті, де замість Wycsal P використовували Антистрес, різниця була 3,2%. У другому і третьому варіантах зниження лушпинності варіювало в межах 1,2-1,4%, а у третьому варіанті, де застосовувався Wycsal P без борного мікродобрива, зниження теж було значним і становило 2,2% (рис.15)

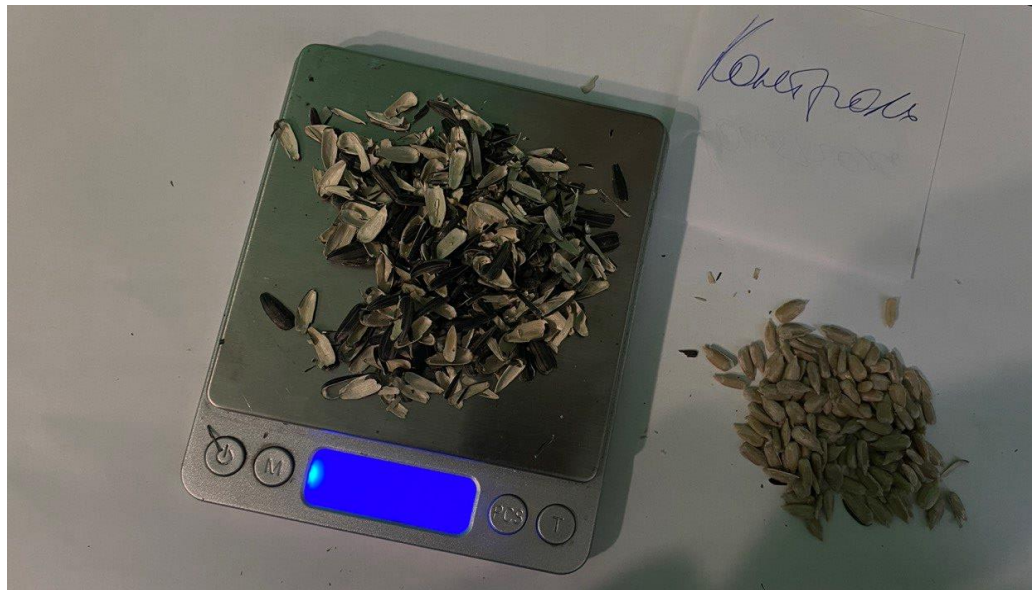


Рис.15. Визначення лушпинястості насіння соняшника в зразках по варіантах польового дослідю

Таким чином, можна дійти до таких висновків, що позакореневе підживлення з використанням фосфоровмісних добрив у поєднанні з борними добривами, карбамідом та прилипачем сприяє формуванню насіння з меншою кількістю лушпиння та більшою часткою основної продукції, що має високу господарську цінність.

3.2 Вплив фоліарного підживлення водними розчинами фосфоровмісних добрив і карбаміду разом із поліборатами на врожайність насіння соняшника

Основним підсумковим показником, за яким можна оцінити ефективність агротехнічного заходу, проведеного в польових умовах, є врожайність вирощеної основної сільськогосподарської продукції, в даному випадку-насіння соняшника. Збирання насіння соняшника проводили поділянково після досягнення стандартної вологості, що дозволило добре вимолотити насіння з кошиків. Воно виконувалося поділянково комбайном, що дало можливість оцінити врожайність для кожного варіанту (табл. 5).

Таблиця 5

Вплив фоліарного підживлення рослин соняшнику водними розчинами фосфоровмісних добрив, карбаміду та прилипача на врожайність насіння соняшнику т/га, 2024 р.

№	Варіанти	Повторення			Середнє	Приріст, т/га
		I	II	III		
1	Контроль(без добрив)	2,0	2,1	2,2	2,1	-
2	Антистрес 1,7 л/га +2 кг/га карбаміду+ прилипач 1,0 л/га	1,5	2,3	3,1	2,3	0,2
3	Wycsal P 1,0 л/га+2 кг/га карбаміду+ прилипач (Ester Life 7701)1,0 л/га	2,0	3,5	2,0	2,5	0,4
4	Мікродобриво борне (поліборат) 1,0 л/га+2 кг/га карбаміду+ прилипач (Ester Life 7701) 1,0 л/га	1,5	2,2	2,9	2,2	0,1
5	Wycsal P 1,0 л/га+2 кг/га карбаміду+ прилипач (Ester Life 7701) 1,0 л/га+ поліборат 1,0 л/га	2,4	2,6	2,8	2,6	0,5
6	Антистрес 1,7 л/га+ поліборат 1,0 л/га+2 кг/га карбаміду+ прилипач (Ester Life 7701) 1,0 л/га	1,5	2,0	3,7	2,4	0,3
НІР-0,15						

Аналіз показав, що на першому, контрольному варіанті, де цей агрозахід не проводився, врожайність насіння соняшника склала 2,1 т/га. На наступних варіантах було отримано приріст врожаю. Найменший приріст серед усіх варіантів спостерігався на четвертому варіанті, де застосовувалося тільки борне мікродобриво у поєднанні з карбамідом і прилипачем, що дало приріст врожаю всього лише 0,1 т/га (1 центнер).

Найвищий врожай отримано на п'ятому варіанті, де проводилося позакореневе підживлення водним розчином Wycsal P у поєднанні з

карбамідом, прилипачем і борним добривом; тут приріст врожаю порівняно з контролем склав 0,5 т/га. Це свідчить про те, що бор у комплексі з фосфорним добривом дав найвищий приріст, і цей тандем найкраще вплинув на продуктивність агроценозу соняшника.

Комплексне використання вітчизняного фосфоровмісного препарату "Антистрес" разом із "Поліборатом", карбамідом і прилипачем виявилось дещо менш ефективним: на шостому варіанті приріст врожаю становив лише 0,3 т/га.

Досить добрі результати були отримані і на третьому варіанті, де основний вплив на врожайність насіння соняшнику мав німецький фосфоровмісний препарат Wycsal P, використаний разом із карбамідом і прилипачем; у цьому випадку приріст врожаю становив 0,4 т/га. Різниця між варіантами, де бор був присутній і де його не використовували, становила 0,1 т/га, що підтверджує ефективність застосування борного мікродобрива (рис.16.).

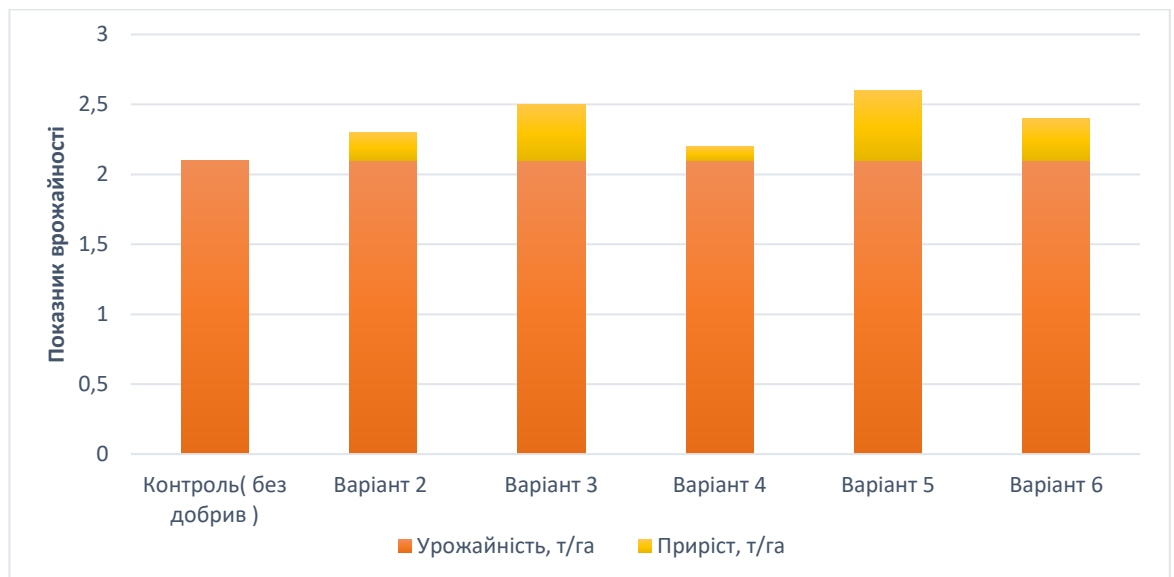


Рис. 16. Вплив фоліарного підживлення водними розчинами фосфоровмісних препаратів в поєднанні з борним мікродобривом. Карбаміду та прилипача на врожайність насіння соняшнику т/га. 2024 р.

Порівнюючи ефективність препаратів, можна зробити висновок, що вітчизняний препарат був трохи менш ефективним, ніж Wycsal P, і ця різниця склала 0,3 т/га. Можливо, фосфор, що міститься у складі "Антистресу", проникає в клітини не так інтенсивно, як це відбувається при використанні Wycsal P.

На основі проведеного аналізу можемо зробити висновок: найвищий приріст врожаю отримано при поєднанні Wycsal P з карбамідом, прилипачем і поліборатом, що забезпечило приріст врожаю насіння соняшнику 0,5 т/га. Заміна Wycsal P на вітчизняний препарат "Антистрес" дала можливість отримати додатково 0,3 т/га, тобто на 0,2 т/га менше в порівнянні з п'ятим варіантом.

3.2.1. Вплив фоліарного підживлення рослин соняшника водними розчинами фосфоровмісних добрив, бору та карбаміду в поєднанні з прилипачем на олійність насіння соняшника

Загальновідомо, що в умовах нашої держави соняшник вирощують переважно для отримання олії. Усі зразки, відібрані в межах експерименту, були використані для визначення вмісту олії. Визначення її вмісту проводили за методом Рушковського в апараті Сокслета.

Суть методу полягає у зважуванні на аналітичних терезах 1 г подрібненого насіння соняшника, яке потім поміщали до апарата Сокслета і заливали петролейним ефіром. Під час нагрівання колби апарата петролейний ефір екстрагує олію із зразка.

Після завершення процесу екстрагування ефір випаровували, а залишок отриманий залишок насіння зважували.

Різниця між початковою вагою зразка і вагою після екстрагування дозволила визначити відсотковий вміст олії.

Отримані аналітичні дані були математично оброблені, і на їх основі зроблено висновки (рис.17).

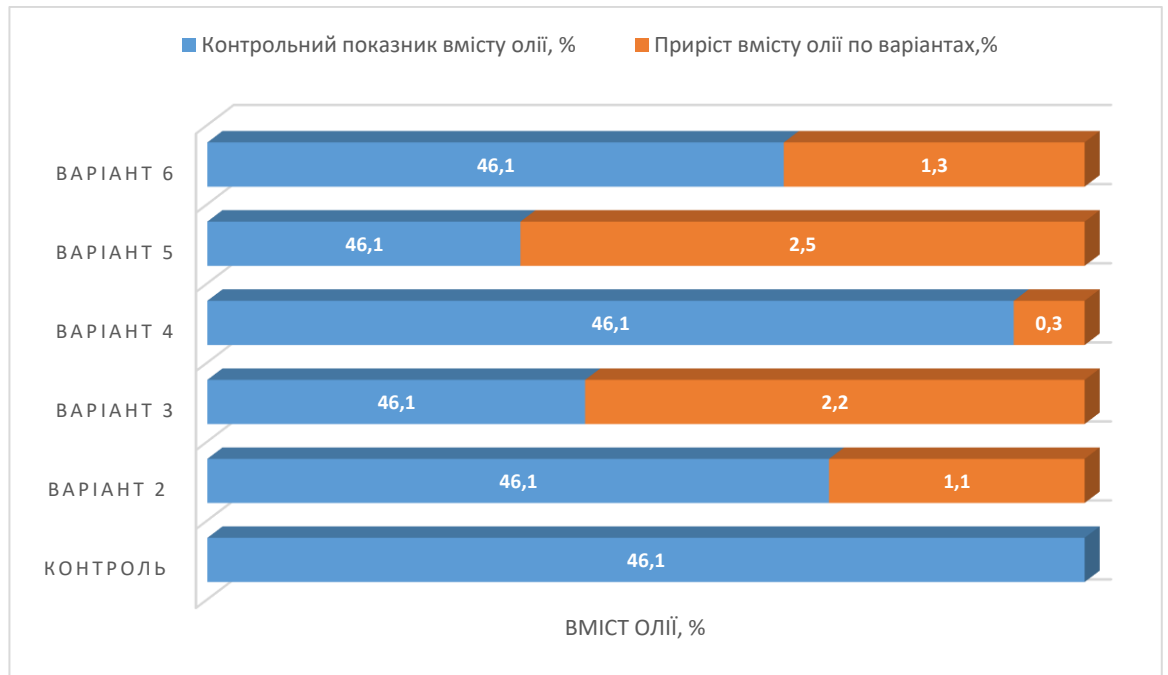


Рис.17. Вплив фоліарного підживлення рослин соняшнику фосфоровмісними препаратами на вміст олії в насіння

На контрольному варіанті, де не проводилося підживлення, вміст олії становив 46%. На другому варіанті, де проводили обробку рослин препаратом "Антистрес" у поєднанні з карбамідом і прилипачем, вміст олії зріс на 1,1% і становив 47,2%. Найвищий приріст вмісту олії зафіксовано на п'ятому варіанті - 48,6%. Це пояснюється домінувальним впливом фосфору на накопичення олії. Приріст вмісту олії у цьому випадку становив 2,5%. Використання "Антистресу" на шостому варіанті забезпечило приріст олії на 1,3%. Найнижчий приріст вмісту олії спостерігався на четвертому варіанті, де використовували мікродобриво борне в поєднанні з карбамідом і прилипачем. Тут приріст становив лише 0,3%.

На основі отриманих даних можна зробити висновок, що найбільший вплив на вміст олії в насінні соняшника здійснюють фосфоровмісні препарати, такі як Wycsal P і "Антистрес". Бор і карбамід, які входили до складу бакової суміші, мали менший вплив на цей показник.

Максимальний вміст олії - 48,6% - досягнуто на п'ятому варіанті, де використовували Wycsal P у поєднанні з карбамідом, прилипачем і бором. Друге місце за ефективністю посів шостий варіант, де застосовували препарат "Антистрес" разом із бором, карбамідом і прилипачем.

Для виробничих умов рекомендуємо використовувати саме ці два препарати, адже вони дозволяють не лише підвищити врожайність насіння соняшника, а й поліпшити біохімічні показники якості, зокрема вміст олії.

3.3 Ефективність позакореневого підживлення водними розчинами карбаміду та аміачної селітри різних концентрацій на рослини соняшнику

Недотримання оптимальних концентрацій робочого розчину часто стає причиною появи опіків (некрозів) на поверхні листя. Основною метою наших досліджень було отримання результатів, які дозволять мінімізувати ризик утворення опіків під час проведення позакореневого підживлення рослин.

Для проведення експерименту були підготовлені водні розчини аміачної селітри та карбаміду з концентраціями (%) 1,25; 2,5; 3,75; 5,0; 6,25; 7,5; 8,75, які використовували для ранкового фоліарного підживлення соняшнику.

Після виконання позакореневого підживлення щоденно спостерігали за інтенсивністю виникнення некрозів на листовій поверхні рослин. Результати досліджень виявили, що перші ознаки некрозів на листках соняшнику почали з'являтися вже після застосування розчину карбаміду концентрацією 3,75%.

Некрози стали помітними вже наступного дня після обробки, а їх активний розвиток спостерігався на третю добу після внесення фоліарного підживлення. Дослідження, проведені з використанням водних розчинів аміачної селітри, показали появу некрозів за значно нижчої концентрації - 2,5%. Це можна пояснити наявністю амонійного азоту в складі аміачної селітри, який під час гідролізу утворює гідроксид амонію. Гідроксид амонію є

нестійкою сполукою, яка при розкладанні виділяє аміак. Аміак, у свою чергу, спричиняє утворення некрозів на поверхні листків соняшнику.

Ступінь ураження листків соняшнику опіками (некрозами) викликаними водними розчинами аміачної селітри та карбаміду різної концентрації наведені в (рис.18.).

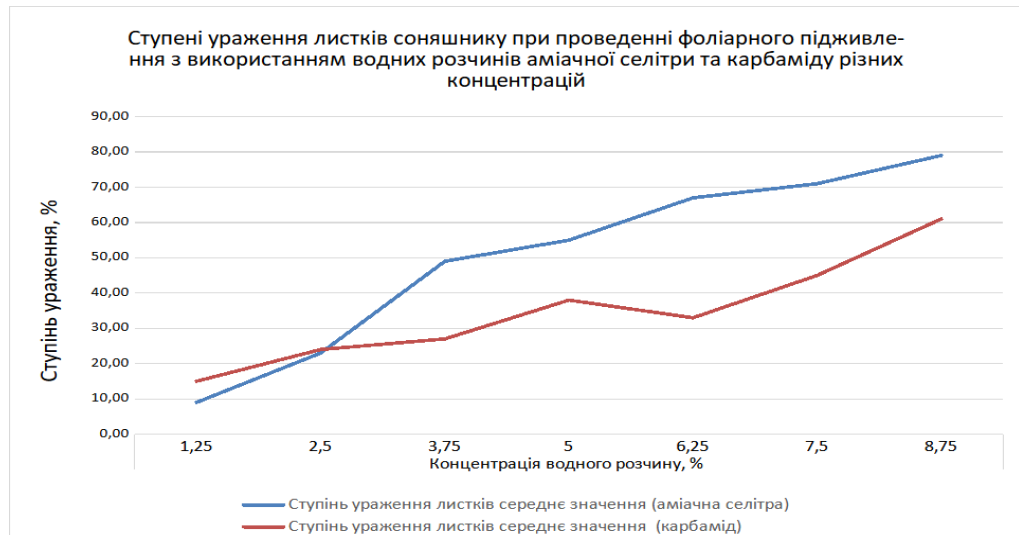


Рис. 18. Ступінь розвитку опіків на поверхні листків рослин соняшнику за різних концентрацій водних розчинів карбаміду та аміачної селітри

Подальше підвищення концентрації водних розчинів (понад 3,75% для карбаміду та від 2,5% і більше для аміачної селітри) є небажаним. Це пояснюється тим, що при збільшенні концентрації розчинів обох добрив значно зростає ризик появи некрозів на листовій поверхні соняшнику.

На основі проведених досліджень встановлено, що оптимальними концентраціями для позакореневого підживлення соняшнику у фазу розвитку 10-12 листків є 2,5% для аміачної селітри та 3,75% для карбаміду. Перевищення цих концентрацій призводить до активного формування некротичних пошкоджень на листках рослин.

Карбамід, особливо з низьким вмістом біурету, визнаний більш придатним азотним добривом для фоліарного підживлення соняшнику, оскільки його застосування за дотримання рекомендованих концентрацій сприяє кращому засвоєнню азоту і мінімізує ризик утворення некрозів.

3.3.1 Урожайність насіння соняшнику за фоліарного підживлення водним розчином карбаміду

У нашому польовому досліді, поряд із вивченням ефективності добрив, значну увагу було приділено встановленню їх оптимальної концентрації. З цією метою рослини обробляли водними розчинами карбаміду різної концентрації. Отримані результати показали наступне (табл. 6).

Таблиця 6

Вплив фоліарного підживлення рослин соняшнику водними розчинами карбаміду на врожайність насіння соняшнику т/га, 2024 р

№ Варіанту	Концентрація водного розчину карбаміду, %	Повторення			Середнє	Приріст, від'ємний приріст т/га
		I	II	III		
1	Контроль (чиста вода)	1,5	2,0	2,5	2,0	-
2	1,25	2,0	2,0	3,5	2,5	+0,5
3	2,50	2,3	1,5	3,1	2,3	+0,3
4	3,75	2,1	2,0	2,2	2,1	+0,1
5	5,00	1,5	2,1	2,1	1,9	-0,1
6	6,25	1,6	1,8	2,0	1,8	-0,2
7	7,50	1,4	1,6	2,0	1,6	-0,4
8	8,75	1,2	1,4	1,6	1,4	-0,6
НІР- 0,15, т/га						

Низькі концентрації карбаміду, зокрема 1,25% і 2,50%, найменшою мірою вплинули на розвиток некрозів на поверхні листків. Ці пошкодження можна вважати незначними. За концентрації 1,25% ми отримали приріст урожаю порівняно з контролем на рівні 0,5 ц/га. Збільшення концентрації до 2,50% забезпечило приріст на 0,3 т/га. Однак, при підвищенні концентрації до 3,75% приріст зменшився до 0,1 т/га.

Подальше збільшення концентрації спричинило інтенсивний розвиток некрозів на листках, що негативно вплинуло на асиміляційну поверхню рослин та продуктивність агроценозу.

Наприклад, при концентрації 5,0% було пошкоджено близько 38% листків, а зниження врожаю становило 0,1 т/га. Найбільше пошкодження спостерігалось при концентрації 8,75%, коли некроз охопив майже 61% листків, що призвело до зниження врожайності на 0,6 т/га.

Проміжні концентрації, такі як 6,75% і 7,50%, також спричинили негативний вплив: зниження врожаю становило відповідно 0,2 т/га і 0,4 т/га.

На основі проведеного дослідження можна зробити висновок, що найбільш оптимальною концентрацією водного розчину карбаміду є 1,25%. Ця концентрація забезпечує максимальний приріст урожаю (+0,5 т/га) та мінімальні ушкодження листків, де некрози становили лише 15%.

Ці результати підкреслюють важливість дотримання рекомендованих концентрацій добрив для досягнення високих показників урожайності та мінімізації негативних впливів на рослини.

3.3.2 Вплив фоліарного підживлення водними розчинами аміачної селітри різної концентрації на урожайність насіння соняшнику

Поряд із карбамідом ми вивчали можливість використання аміачної селітри у вигляді водних розчинів для фоліарного підживлення соняшнику. Дослідження проводилися з використанням різних концентрацій розчинів у порядку їх зростання. Результати показали, що аміачна селітра, порівняно з карбамідом, значно сильніше викликала появу некрозів на листках.

Це пояснюється наявністю в її складі амонійного азоту, який і стає причиною утворення некрозів (табл. 7).

Таблиця 7

**Вплив фоліарного підживлення рослин соняшнику водними
розчинами аміачної селітри на врожайність насіння соняшнику, т/га,
2024 р.**

№	Варіанти	Повторення			Середнє	Від'ємний приріст, т/га
		I	II	III		
1	Контроль (чиста вода)	2,0	2,5	2,7	2,4	-
2	1,25	2,5	2,0	1,5	2,0	-0,1
3	2,50	2,1	1,5	2,1	1,9	-0,2
4	3,75	1,6	1,8	2,0	1,8	-0,3
5	5,00	2,0	1,7	1,4	1,7	-0,4
6	6,25	1,6	1,5	1,4	1,5	-0,6
7	7,50	1,4	1,3	1,2	1,3	-0,8
8	8,75	1,3	1,2	1,1	1,2	-0,9
НІР-0,15, т/га						

Найбільший рівень зниження урожайності насіння соняшнику, порівняно з контролем, спостерігався у восьмому варіанті досліду, де використовувалася концентрація 8,85%. При цьому було пошкоджено майже 85% листкової поверхні, що призвело до зниження урожайності на 0,9 т/га. У варіантах із нижчими концентраціями рівень зниження врожаю варіювався від 0,1 до 0,8 т/га.

В даному випадку чітко простежується закономірність: із зростанням концентрації розчину аміачної селітри збільшується інтенсивність пошкоджень листків, що в результаті призводить до зниження урожайності насіння соняшнику. Отримані результати свідчать, що у виробничих умовах використання аміачної селітри у вигляді водного розчину для позакореневого підживлення рослин соняшнику є недоцільним. Це добриво схильне

спричиняти некрози на поверхні листків, що негативно впливає на продуктивність рослин.

На основі проведених досліджень ми рекомендуємо для позакореневого підживлення соняшнику використовувати лише водні розчини карбаміду, які є більш безпечними для листової поверхні та сприяють збереженню високої урожайності насіння соняшнику

3.3.3 Вплив водних розчинів карбаміду і аміачної селітри на вміст олії в насінні соняшнику

Проведені дослідження показали, що використання азотних добрив, впливає на олійність соняшнику у зворотному напрямку. Це пояснюється тим, що під їх впливом формуються більш обводнені клітини збільшених розмірів, а вміст олії у насінні зменшується (рис.19).

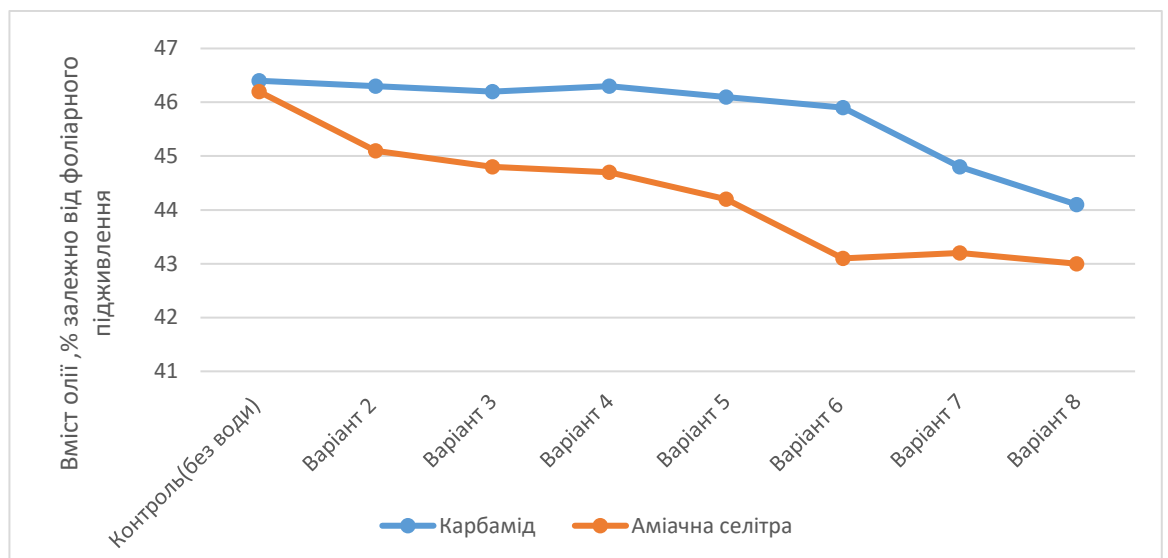


Рис.19. Зміна вмісту олії (%) в насінні соняшнику під впливом фоліарного підживлення рослин водним розчином аміачної селітри та карбаміду

У випадку застосування карбаміду зниження вмісту олії варіювалося від 0,1% до 2,3%. Для аміачної селітри зменшення було більш суттєвим і становило від 1,1% до 3,2%. Це можна пояснити тим, що при збільшенні концентрації розчинів на листовій поверхні виникають некрози.

Некрози пошкоджують листя, що зменшує асиміляційну поверхню, і рослина накопичує менше сухої речовини та продуктів фотосинтезу.

Ці процеси порушують біохімічні реакції в рослинах, що в підсумку негативно впливає на якість насіння, зокрема знижує вміст олії. В даному випадку спостерігається чітка закономірність: зі збільшенням концентрації водних розчинів карбаміду і аміачної селітри вміст олії зменшується. Цю залежність добре ілюструють графіки сформовані на базі здобутих результатів досліджень.

Таким способом, ми вважаємо, що використання аміачної селітри для позакореневого підживлення недоцільне. Натомість карбамід рекомендується застосовувати у поєднанні з фосфоровмісними препаратами. Така комбінація сприяє покращенню біохімічних показників, зокрема вмісту олії в насінні.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФОЛАРНОГО ПІДЖИВЛЕННЯ В ПОСІВАХ СОНЯШНИКУ

4.1 Оцінювання агрономічної ефективності застосування добрив

Ефективність системи удобрення для вирощування соняшнику оцінюється, враховуючи агрономічні та екологічні аспекти. В зв'язу з цим при виконанні аналізу отриманого економічного результату вирощування будь-якої сільськогосподарської культури в основному розглядаються два ключові показники: витрати та прибуток.

Агрономічна ефективність демонструє, наскільки використання поживних речовин добрив виправдовується збільшенням кількості товарної продукції вирощеної під впливом даного чинника. Він варіюється залежно від таких факторів, як рівень родючості ґрунтів, погодні умови, агротехнічні заходи, рівень матеріально-технічного забезпечення та інші показники продуктивності агроценозу. Згідно з виконаними дослідженнями, використання одного кілограма діючої речовини добрив, якщо їх застосування було раціональним й науково обґрунтованим, тоді воно забезпечує приріст насіння соняшнику в межах 2–4 кг.

Раціональність застосування добрив у сільському господарстві є економічно виправданою. Використання оптимальних доз порівняно з мінімальними сприяє підвищенню врожайності. Водночас економічна ефективність кожної додаткової одиниці добрив поступово знижується. Надмірне внесення добрив може бути недоцільним з економічної точки зору, хоча необхідно враховувати, що виснаження ґрунтів із кожним тонновим приростом врожаю є фактором, який ускладнює подальше землеробство. Звідси впливає важливість застосування науково обґрунтованих норм добрив, які забезпечують високу врожайність і водночас запобігають деградації ґрунтів.

Високий рівень ефективності можна досягти завдяки рядковому внесенню добрив під час сівби. Такий підхід забезпечує максимальну окупність витрат на добрива і є значно результативнішим порівняно з іншими агротехнологіями.

Економічна ефективність характеризується співвідношенням між приростом врожаю і витратами на його виробництво. Основними критеріями оцінки є показники рентабельності, чистого доходу та окупності. Вони розраховуються з урахуванням конкретних природно-кліматичних умов, а також залежно від збільшення врожайності на одиницю внесених добрив.

Для достовірної оцінки економічного ефекту аналіз здійснюється на основі поточних цін. Завдяки цьому визначається ефективність використання різних видів добрив для конкретних культур, а також виправданість фінансових інвестицій у їх застосування. При цьому важливою є оцінка приросту продукції на одиницю діючої речовини добрив та обчислення чистого доходу з гектара.

Одним із найефективніших методів аналізу економічної ефективності добрив є виробничі дослідження, які проводяться за уніфікованою науковою методикою. При цьому необхідно забезпечити однакові умови для всіх чинників (технологія вирощування, сівозміна, гібриди, рівень родючості ґрунту) за винятком системи удобрення, яка підлягає вивченню.

Завдяки такому підходу, який дозволяє оптимізувати стратегії використання та застосування мінеральних добрив, що сприятимуть збільшенню врожайності та збереженню родючості ґрунтів у довгостроковій перспективі.

Аналіз економічної ефективності використання добрив варто починати з обчислення витрат, пов'язаних із отриманням додаткової врожайності завдяки внесенню добрив. Ці витрати позначимо як (D), і вони розраховуються за формулою:

$$D = D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + D_5,$$

де D_1 - сума, витрачена на придбання добрив; D_2 - витрати на транспортування (до складу та місця використання), зберігання, розвантаження та завантаження; D_3 - витрати на збирання і транспортування отриманого приросту насіння до місця зберігання; D_4 - витрати на реалізацію продукції або закладання її у сховища; D_5 - загальновиробничі та інші витрати, які виникають у процесі забезпечення додаткової врожайності.

Чистий прибуток від внесення мінеральних добрив (T_n , грн) обчислюється за такою формулою:

$$T_n = (T_1 + T_2) - B,$$

де T_1 - дохід від продажу товарної продукції, отриманої завдяки застосуванню добрив, грн; T_2 - вартість нетоварної частини врожаю (наприклад, рослинних решток), грн; B - загальна сума витрат на використання добрив, грн.

Рівень рентабельності застосування добрив (R , %) розраховується за річний період за формулою:

$$R = (T_n : D) \cdot 100$$

Окупність вкладених у добрива коштів (O) розраховують за формулою:

$$O = (T_1 + T_2) : D$$

Вплив добрив на собівартість насіння визначають за наступними формулами:

$$C_o = D : Y_o$$

$$C_d = (D_o + D) : (Y + Y_n),$$

Де C_o - собівартість насіння без добрив, грн/т;

D_o - витрати на вирощування соняшнику на 1 га без застосування добрив, грн;

Y_o - урожайність без добрив, т/га;

C_d - собівартість насіння із застосуванням добрив, грн/т;

Y_n - приріст урожайності завдяки внесенню добрив, т/га.

4.2. Економічна оцінка ефективності проведення фоліарного підживлення рослин соняшнику водними розчинами фосфоровмісних добрив

Для оцінки економічної ефективності застосування добрив було використано низку базових показників, які враховують витрати на вирощування соняшнику з одного гектара, без включення витрат на внесення добрив.

Усі витрати на гектар землі систематизовано й представлено у (табл. 8).

Таблиця 8

Економічна оцінка ефективності проведення фоліарного підживлення рослин соняшнику в початковій фазі їх розвитку баковою сумішшю з вмістом в ній водорозчинних фосфоровмісних препаратів, борного добрива, карбаміду та прилипача

Найменування показників	Варіанти з різними препаратами					
	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3	Варіант 4	Варіант 5	Варіант 6
Врожайність, т/га	2,1	2,3	2,5	2,2	2,6	2,4
Ціна 1 т, грн. Без ПДВ	20000	20000	20000	20000	20000	20000
Вартість валової продукції, грн	42000	46000	50000	44000	52000	48000
Виробничі витрати на 1 га, грн.	13000	14176	14446	14046	15046	14776
Виробничі витрати на 1 т, грн.	6190	6163	5778	6384	5786	6156
Чистий прибуток, грн.	29000	31824	35554	29954	36954	33224
Чистий прибуток від проведення фоліарного підживлення, грн	-	2824	6554	954	7954	4224
Рівень рентабельності, %	-	240,1	453,3	91,2	388,8	237,9

На основі проведеного економічного аналізу ефективності фоліарного підживлення нами було встановлено що найбільший чистий прибуток в розмірі 7954 грн було отримано за комплексного використання фосфоровмісного препарату Wycsal P, разом із борним мікродобрином та прилипачем і карбамідом. На цьому варіанті також була отримана найвища рентабельність яка становила 388,8%.

Фоліарне підживлення сприяє збільшенню вмісту жирів у насінні соняшнику (табл.9).

Таблиця 9

Вплив позакореневого удобрення на вихід олії з 1га т/га

Варіанти дослідів	Врожайність т/га	Кількість олії(%) в насінні соняшнику	Вихід олії з 1 га т/га	Приріст
Контроль (без добрих)	2,1	46,1	0,966	-
Антистрес 1,7 л/га +2 кг/га карбаміду+ прилипач (Ester Life 7701) 1,0 л/га	2,3	47,2	1,085	0,119
Wycsal P 1,0 л/га+2 кг/га карбаміду+ прилипач (Ester Life 7701)1,0 л/га	2,5	48,3	1,207	0,241
Мікродобрино борне (поліборат) 1,0 л/га+2 кг/га карбаміду+ прилипач (Ester Life 7701) 1,0 л/га	2,2	46,4	1,020	0,054
Wycsal P 1,0 л/га+2 кг/га карбаміду+ прилипач (Ester Life 7701) 1,0 л/га+ поліборат 1,0 л/га	2,6	48,6	1,264	0,298
Антистрес 1,7 л/га+ поліборат 1,0 л/га+2 кг/га карбаміду+ прилипач (Ester Life 7701) 1,0 л/га	2,4	47,4	1,137	0,171

Виконані дослідження з вивчення ефективності проведення фоліарного підживлення рослин соняшнику водними розчинами карбаміду та аміачної селітри показали, що використання аміачної селітри для цієї мети є недоцільним. Це пов'язано з тим що водні розчини аміачної селітри навіть в низьких концентраціях приводять до виникнення некрозів на асиміляційній поверхні (табл.10).

Таблиця 10

Вплив позакореневого удобрення на вихід олії з 1га т/га

Варіанти дослідів з різними дозами внесення	Врожайність т/га	Кількість олії(%) в насінні соняшнику	Вихід олії з 1 га т/га	Від'ємний приріст
Аміачна селітра				
Контроль	2,4	46,2	1,10	-
1,25	2,0	45,1	9,02	-7,92
2,50	1,9	44,8	8,51	-7,41
3,75	1,8	44,7	8,04	-6,94
5,00	1,7	44,2	7,51	-6,41
6,25	1,5	43,1	6,46	-5,36
7,50	1,3	43,2	5,61	-4,51
8,75	1,2	43,0	5,16	-4,06
Карбамід				
Контроль	2,0	46,4	9,28	-
1,25	2,5	46,3	1,15	8,13
2,50	2,3	46,2	1,06	8,22
3,75	2,1	46,3	9,72	-0,44
5,00	1,9	46,1	8,75	0,53
6,25	1,8	45,9	8,26	1,02
7,50	1,6	44,8	7,16	2,12
8,75	1,4	44,1	6,17	3,11

З вивчених азотних добрив для проведення фоліарного підживлення слід використовувати карбамід з низьким вмістом в ньому біурету не вище 0,9%. Із порівнювальних концентрацій водних розчинів карбаміду найбільш доцільно використовувати це добриво в концентрації 1,25 %. Подальше підвищення концентрації цього добрива небажане, оскільки в даному випадку спостерігається тенденція до появи некрозів на поверхні листків.

Зменшенню появи некрозів за використання водних розчинів карбаміду можна досягти шляхом введення до бакової суміші сульфату магнія.

ОХОРОНА ПРАЦІ В ГОСПОДАРСТВІ

Відповідальність за охорону праці в господарстві несе керівник, який згідно з чинним законодавством, наказами та розпорядженнями вищих інстанцій, забезпечує дотримання правил охорони праці під час виконання всіх сільськогосподарських робіт.

Керівник постійно організовує створення безпечних і здорових умов праці відповідно до встановлених вимог і нормативів. Він також активно проводить інформаційну роботу з охорони праці, здійснює вступний інструктаж для працівників, контролює своєчасність проведення й реєстрацію всіх інструктажів, пов'язаних з безпекою на робочому місці.

Вимоги щодо охорони праці під час застосування пестицидів

Аміачна селітра може викликати подразнення слизових оболонок, дихальних шляхів, шкіри та очей. Особливо небезпечний пил добрива, який може потрапити в легені, спричиняючи респіраторні захворювання. Крім того, аміачна селітра є вибухонебезпечною речовиною, якщо вступає у взаємодію з органічними матеріалами або підвищеними температурами.

Пил карбаміду може подразнювати шкіру, очі та органи дихання. Крім того, у процесі розкладу карбаміду виділяється аміак, який у великих концентраціях може бути токсичним, викликаючи подразнення слизових оболонок.

Фосфорні добрива, особливо суперфосфат, при розпилюванні або контакті з ними можуть викликати подразнення слизової оболонки ока, носа, горла, а також шкіри. Тривалий контакт з пилом фосфорних добрив призводить до розвитку алергічних реакцій, подразнення органів дихання, а в деяких випадках - до розвитку хронічних респіраторних захворювань.

Борні добрива, такі як борна кислота або бура, при тривалому контакті можуть накопичуватись в організмі і призводити до отруєнь, викликаючи порушення функцій нервової системи і шлунково-кишкового тракту, інших органів. Тому дуже важливо уникати вдихання пилу або тривалого контакту шкіри з борними добривами.

Зберігання добрив.

Аміачна селітра зберігається у прохолодних, сухих та добре вентильованих приміщеннях, далеко від легкозаймистих речовин. Контейнери повинні бути герметично закриті, щоб уникнути потрапляння вологи, яка може викликати злежування.

Карбамід потрібно зберігати в сухих умовах, бо він має високу гігроскопічність, що може призвести до злежування і втрати якості.

Фосфорні та борні добрива ці добрива повинні зберігатися окремо від органічних речовин та водних ресурсів, оскільки вони можуть вступати в реакцію і утворювати токсичні речовини.

Засоби індивідуального захисту

Респіратори (типу FFP2 або FFP3) використовують для органів дихання з метою їх захисту від дрібнодисперсного пилу добрив та аміаку, що виділяється під час роботи з цими добривами.

Захисні окуляри або щитки забезпечують захист очей від потрапляння частинок добрив, які можуть викликати подразнення або механічне пошкодження.

Герметичні костюми та рукавички із стійких до хімічних речовин матеріалів (наприклад, поліпропілен або поліетилен) захищають шкіру від прямого контакту з добривами.

Для роботи з аміачною селітрою, яка має підвищену вибухонебезпечність, необхідно використовувати засоби захисту від статичної електрики.

Організація робочого простору

Робочі зони повинні бути обладнані ефективними системами вентиляції для зменшення концентрації пилу в повітрі. Слід використовувати механізовані системи внесення добрив, що мінімізує прямий контакт працівників з речовинами. Після завершення роботи працівники мають ретельно очищати захисний одяг і уникати виносу забрудненого одягу за межі робочої зони.

Одним із ключових факторів при застосуванні пестицидів і добрив є швидкість вітру. Перенесення хімічних частинок вітром може призвести до забруднення сусідніх полів, водойм або навіть небезпеки для населення. Внесення добрив та пестицидів слід проводити при швидкості вітру не більше 3 м/с. Це забезпечує рівномірне осідання хімічних речовин на оброблюваних культурах та мінімальне розсіювання в атмосферу. Якщо швидкість вітру перевищує 5 м/с, обробку слід припинити, оскільки частинки добрив або пестицидів можуть бути перенесені на великі відстані.

Для оцінки ризику перенесення пестицидів або добрив можна використовувати просту формулу:

$$D = V \times T$$

де:

- D – відстань перенесення частинок (м),
- V – швидкість вітру (м/с),
- T – час осідання частинки (с).

Враховуючи цей розрахунок, обробка повинна проводитися лише в умовах слабкого вітру або з використанням спеціальних пристроїв, що зменшують розсіювання частинок у повітрі.

Аналіз виробничого травматизму

Підприємство здійснює заходи, спрямовані на попередження та запобігання травматизму. Після завершення сезонних робіт у господарстві складається звіт щодо нещасних випадків та захворювань. У журналі, що зберігається у керівника господарства, ведеться облік таких інцидентів. Окрім цього, реєструються випадки недотримання правил безпеки. Тому зробим розрахунки за 3 роки показників захворювань з використанням статистичного методу (табл.11).

Таблиця 11

Аналіз виробничого травматизму в господарстві

№ з/п	Показники	Роки		
		2022	2023	2024
1	Середня чисельність працівників	3	2	1
2	Кількість випадків з травматизмом	-	-	-
3	Кількість днів непрацездатності	-	-	-
4	Показник частоти нещасних випадків	-	-	-
5	Індекс тяжкості травматизму	-	-	-
6	Показник втрат робочого часу	-	-	-

Аналіз (таблиці 11) свідчить про належний рівень роботи в господарстві. Впродовж останніх трьох років тут не було зареєстровано жодного нещасного випадку.

ВИСНОВКИ

На основі виконаних досліджень і отриманих результатів можна зробити наступні висновки:

1. Фоліарне підживлення — це живлення рослин безпосередньо через листок та стебло водними розчинами добрив в іонній формі.
2. Завдяки цьому агротехнічному заходу забезпечується потреба рослин у критичні періоди їхнього росту і розвитку поживними речовинами в період формування майбутнього врожаю насіння соняшнику.
3. Даний агрозахід здійснює стимулюючу дію з ефектом мобілізації наявного генетичного потенціалу рослин соняшнику і сприяє підвищенню толерантності їх до дії стресових чинників, зокрема ґрунтових та страхових гербіцидів. Забезпечує підвищення імунітету і коефіцієнта поглинання рослинами мінеральних форм азоту та рухомих форм фосфору.
4. При потраплянні добрив на листок вони частково адсорбуються, а інша частина утворює рівномірно розподілене по ньому скупчення у вигляді кластерів, які тривалий час забезпечують надходження в цитоплазму клітин поживних речовин.
5. Для рослин соняшника найбільшу роль у їх мінеральному живленні відіграють рухомі форми фосфору та сполуки мікроелементу бору.
6. У якості фосфоровмісних добрив нами було використано водорозчинні препарати вітчизняного виробництва «Антистрес» та німецького виробництва Wycsal P, які нами використовувалися у складі бакових сумішей разом із карбамідом та прилипачем.
7. Такий тандем вищеперелічених складових бакової суміші здійснював найбільший вплив на продуктивність агроценозів соняшнику та сприяв поліпшенню біохімічних показників якості основної продукції, зокрема підвищував вміст у насінні олії.
8. У ФОП Комяк С. Ф. проведення фоліарного підживлення баковою сумішшю, що містила фосфоровмісні препарати, борне мікродобриво у

вигляді полібората, отриманого з використанням етаноламіну, і карбаміду та прилипача, забезпечило приріст врожаю насіння соняшнику порівняно з контрольним варіантом, який варіював у межах 0,4–0,5 т/га.

9. Виконаними дослідженнями було встановлено недоцільність використання водних розчинів аміачної селітри для проведення даного агротехнічного заходу, оскільки амонійний азот (NH_4NO_3) призводить, навіть за низьких його концентрацій, до виникнення некрозів на асиміляційній поверхні рослин соняшнику.

10. Найвищі результати приросту врожаю насіння соняшнику — 0,5 т/га — було отримано за комплексного використання водорозчинного фосфоровмісного добрива Wycsal P нормою 1,0 л/га разом із борним мікродобрином (1,0 л/га), карбамідом (2 кг/га) і прилипачем.

11. Отже, враховуючи високі показники приросту врожаю та поліпшення біохімічних показників його якості, фоліарне підживлення повинно стати одним із головних елементів системи удобрення соняшнику в умовах північної частини Степової зони України.

12. Цей агротехнічний захід потрібно виконувати з чітко визначеними концентраціями водних розчинів фосфоровмісних та борних мікродобрих.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ГОСПОДАРСТВУ

На основі виконаних досліджень нами було розроблено наступні рекомендації виробництву:

1. На чорноземах звичайних північної частини Степової зони України в посівах соняшнику, поряд з іншими елементами системи удобрення, потрібно проводити фоліарне підживлення рослин соняшнику у фазі розвитку 4–6 листків водними розчинами фосфоровмісних добрив («Антистрес» та Wycsal P) у поєднанні із борним мікродобривом, карбамідом та прилипачем.

2. Використання бакової суміші для фоліарного підживлення у фазі розвитку рослин 4–6 листків, до складу якої входить фосфоровмісне добриво Wycsal P (1,0 л/га) + Поліборат (1,0 л/га), карбамід (2 кг/га) та прилипач (1,0 л/га), забезпечило приріст врожаю насіння соняшнику на 0,5 т/га і збільшення вмісту олії в ньому на 2,5%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Авдонін, Н. С. Наукові засади застосування добрив. М.: Колос, 1972. С. 115–140.
2. Білоконь, Л. І., Кравченко, М. В., Мороз, В. О. Вплив фосфоровмісних добрив на продуктивність соняшника // Агроекологічний журнал. 2019. № 3. С. 15–22.
3. Борисонік, З. Б., Михайлов, В. Г., Погорлецький, Б. К. та ін. Довідник по олійних культурах. К.: Урожай, 1988. 184 с.
4. Войналович, О. В., Білько, Т. О., Марчишина, Є. І. Охорона праці в сільському господарстві: навчальний посібник. Київ: Центр учбової літератури, 2018. 690 с.
5. Гаврилюк, М. М., Салатенко, В. Н., Чехов, А. В., Федорчук, М. І. Олійні культури в Україні: навчальний посібник / за ред. В. Н. Салатенка. 2-ге вид., перероб. і допов. К.: Основа, 2008. 420 с.
6. Гандзюк, М. П., Желібо, Є. П., Халімовський, М. О. Основи охорони праці: Підручник. 2-е вид. К.: Каравела, 2004. 408 с.
7. Гончаренко, В. М., Іванченко, О. Г., Жеребко, Т. П. Роль фосфору у формуванні продуктивності соняшника // Аграрний вісник. 2020. № 4. С. 16–21
8. Городенко, І. Ю., Захаренко, М. М., Лебідь, О. М. Вплив бору на стійкість соняшника до посухи // Журнал аграрних досліджень. 2020. № 1. С. 23–30.
9. Господарсько-біологічна характеристика національної колекції соняшнику: Каталог. Вип. 1. Харків: Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва УААН, 2003. 145 с.
10. Гринько, О. В., Кулігін, В. А., Тарадин, С. А. Врожайність соняшнику залежно від добрив та способів обробітку ґрунту // Міжнародний журнал гуманітарних та природничих наук. 2018. № 4. С. 100–103.
11. Демидов, О. А. Особливості вегетації і продуктивності післяукісного соняшника в Дніпропетровській області в залежності від

способів і густоти посіву: Автореф. дис. к. с.-г.н. Інститут кукурудзи УААН. Дніпропетровськ, 1996. 16 с.

12. Жеребко, Т. П., Городенко, І. Ю., Мороз, В. О. Фосфоровмісні добрива як чинник підвищення стійкості соняшника // Вісник аграрної науки України. 2019. № 2. С. 22–29.

13. Іванченко, О. Г., Шаповал, А. В., Захаренко, М. М. Ефективність фоліарного підживлення соняшника в умовах посухи // Аграрний вісник Східної України. 2018. № 1. С. 33–40.

14. Казимиренко, С. І., Лебідь, О. М., Романчук, І. П. Роль фосфоровмісних добрив у підвищенні врожайності // Агрохімія і ґрунтознавство. 2021. № 3. С. 10–17.

15. Каленська, С. М. (ред.). Насіннєзнавство та методи визначення якості насіння сільськогосподарських культур: навчальний посібник. Вінниця: ФОП Данилюк, 2011. 320 с.

16. Кириченко, В. В., Маркова, Т. Ю. Ідентифікація морфологічних ознак соняшнику. Харків: Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва УААН, 2007. 78 с.

17. Ковальчук, О. І. Оцінка ризиків та розробка заходів з безпеки праці при застосуванні пестицидів // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2018. № 12. С. 32–38.

18. Коковіхін, С. В., Нестерчук, В. В., Носенко, Ю. М. Продуктивність та якість насіння гібридів соняшнику залежно від густоти стояння рослин та удобрення // Таврійський науковий вісник. 2015. Вип. 94. С. 37–42.

19. Костенкова, Є. В., Бушнєв, А. С. Підвищення ефективності технології вирощування соняшнику з метою збільшення врожайності та збирання олії // Сучасний стан, проблеми та перспективи розвитку аграрної науки. 2020. С. 68–70.

20. Крамарьов, С. Позакореневе підживлення сільськогосподарських культур. Agrodovidka.info. URL: <https://archive.agrodovidka.info/post/1589>

21. Крамарьов С.М., Комяк К.С., Крамарьов О.С. Фоліарне підживлення рослин соняшнику водними розчинами азотних добрив// Матеріали наук.практ.конф.«Наукові читання до 100-річчя від дня народження Філіп'єва Івана Давидовича – видатного вченого у галузі агрохімії та ґрунтознавства». Одеса, 2024.- Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН.-С. 66-71

22. Коритник, В. М. Визначення оптимальної густоти стояння рослин в залежності від групи стиглості гібридів // Інститут зернового господарства. Дніпропетровськ, 2001. № 17. С. 62–64.

23. Лагрон, В. А., Шегда, В. Н. Селекція соняшнику на якість олії (жирнокислотний склад та токофероли) // Науково-техн. бюл. Інституту олійних культур. Запоріжжя, 2005. Вип. 10. С. 3–6.

24. Мартиненко, І. П., Нікітенко, В. О., Попов, М. А. Вплив бору на формування врожайності соняшника // Журнал аграрних інновацій. 2021. № 5. С. 18–25.

25. Нестерчук, В. В. Вплив густоти стояння рослин та удобрення на продуктивність та економічну ефективність вирощування насіння гібридів соняшника // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсощадних, енергозберігаючих технологій вирощування с.-г. культур». Дніпро, 2016. С. 81–83.

26. Олексюк, О. М. Вплив способів сівби і густоти стояння рослин на урожайність гібридів соняшника в Північній частині Степу України: автореф. дис. канд. с.-г. наук. Дніпропетровськ, 2000. 16 с.

27. Патика, В. П., Татаріко, Ю. О., Мельничук, Т. М. Комплексне застосування біопрепаратів на основі азотофіксуючих, фосформобілізуєчих мікроорганізмів: Рекомендації. К.: Аграр. наука, 2000. 36 с.

28. Паламарчук, В. Д. Позакореневі підживлення у сучасних технологіях вирощування гібридів соняшнику // Агробіологія. 2020. Вип. 1(157). С. 137–144.

29. Попов, М. А., Мороз, Л. П., Нікітенко, В. О. Технології фоліарного підживлення бором у сучасному агровиробництві // Агрохімія і ґрунтознавство. 2021. № 2. С. 40–47.
30. Попов, М. А., Шаповал, А. В., Гуменний, В. О. Технології позакореневого підживлення у виробництві соняшника // Вісник аграрної науки. 2018. № 4. С. 31–39.
31. Романчук, І. П., Лебідь, О. М., Попов, М. А. Ефективність застосування бору в умовах дефіциту вологи // Аграрний вісник України. 2020. № 1. С. 30–35.
32. Романчук, О. С., Казимиренко, С. І., Гуменний, В. О. Дослідження ефективності позакореневого живлення соняшника // Вісник Полтавської аграрної академії. 2019. № 3. С. 28–34.
33. Романчук, О. С., Нікітенко, В. О., Гуменний, В. О. Фосфорні добрива як складова інтенсивного вирощування соняшника // Агрохімія. 2021. № 3. С. 18–24.
34. Рожков, А. О. та ін. Дослідна справа в агрономії: Статистична обробка результатів агрономічних досліджень: навчальний посібник. Харків, 2016. Кн. 2. 298 с.
35. Сидоренко, Т. В., Жеребко, Т. П., Мороз, В. О. Фосфорні добрива в системі живлення соняшника // Вісник аграрної науки. 2019. № 5. С. 12–18.
36. Сидоренко, Т. В., Романенко, О. С., Нікітенко, В. О. Вплив мікродобрів на якісні показники насіння соняшника // Технології вирощування польових культур. 2019. № 2. С. 45–51.
37. Сорока, О. М., Тимошук, В. В. Особливості впливу агрохімікатів на здоров'я працівників сільського господарства // Охорона праці. 2019. Т. 45, № 3. С. 22–29.
38. Тарасенко, О. В., Савченко, Л. І. Ефективність застосування мікродобрів для соняшнику в посушливі роки // Вісник аграрної науки Півдня України. 2020. № 3. С. 27–33.

39. Тарасов, Д. І., Жеребко, Т. П., Шаповал, А. В. Підвищення врожайності соняшника за рахунок позакореневого живлення // Вісник аграрних досліджень. 2019. № 1. С. 45–52.
40. Ткаліч, І. Д., Кабан, В. М. Вплив обробітку ґрунту, добрив, строків сівби на забур'яненість та урожайність соняшнику // Бюлетень ІЗГ УААН. Дніпропетровськ, 2007. № 31–32. С. 82–85.
41. Ткаліч, І. Д., Коваленко, О. О. Урожайність та якість насіння соняшнику залежно від строків сівби та густоти стояння рослин в умовах Степу України // Бюлетень Інституту зернового господарства УААН. 2003. № 21–22. С. 96–101.
42. Ткаліч, І. Д., Мамчук, О. Л. Способи сівби та густота стояння рослин соняшнику гібрида Дарій // Агроном. 2011. № 1. С. 5.
43. Хроленко, М. В., Лебідь, О. М., Тимошук, Л. Г. Вплив мікродобрив на формування насіння соняшника в умовах Степу // Журнал аграрних досліджень. – 2019. – № 3. – С. 15–21.
44. Чайка, Ю. П., Савченко, В. Л., Іванченко, О. Г. Роль бору в підвищенні стійкості соняшника до посухи // *Агроекологічний журнал*. – 2020. – № 2. – С. 10–16.
45. Юрченко, І. О., Захаренко, М. М., Городенко, І. Ю. Дослідження ефективності фоліарного внесення фосфору в посушливі роки // Вісник аграрних досліджень. – 2019. – № 1. – С. 40–47.
46. Ярошко, М. Вирощування соняшнику в умовах посухи // Журнал Агроном. 2012. № 4. С. 86–88.
47. Adams, S. A., Hall, T. R. Phosphorus and Boron: Interactions and Efficiency / S. A. Adams, T. R. Hall. – New York: Taylor & Francis, 2020. – 200 p.
48. Amjed, A., Muhammad, A., Ijaz, R., Safdar, H. & Matlob, A. (2011) Sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids performance at different plant spacing under agro-ecological conditions of Sargodha, Pakistan. International Conference on Food Engineering and Biotechnology. Press, Singapore, 9, 317–322 p.

49. Anderson, W. K., Johnson, M. R. Phosphorus and Boron in Oilseed Production / W. K. Anderson, M. R. Johnson. – Oxford: Wiley, 2019. – 225 p.
50. Clark, H. J., Nelson, R. T., Taylor, S. P. Foliar Fertilizers: Efficiency in Practice / H. J. Clark, R. T. Nelson, S. P. Taylor. – London: Taylor & Francis, 2020. – 290 p.
51. Cordell D. The Story of Phosphorus: Sustainability implications of global phosphorus scarcity for food security. Linköping: Linköping University Electronic Press, 2010. 220 p. URL: <http://liu.divaportal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A291760&dswid=3586>
52. Da Costa Ferreira Júnior Domingos, Luiz Gonçalves Machado Jorge, Alves Silva Polianna, & Ferreira de Souza Monique (2016). Sunflower seed treatment with growth inhibitor: Crop development aspects and yield. African Journal of Agricultural Research, 11, 3182–3187. doi: 10.5897/AJAR2016.11296
53. Green, M. L., Richards, J. K. Micronutrients in Oilseed Crops: Methods and Practice / M. L. Green, J. K. Richards. – Berlin: Springer, 2021. – 270 p.
54. Gupta, R., Anderson, J., Smith, K., Brown, L. Advances in Oil Crop Production / R. Gupta, J. Anderson, K. Smith, L. Brown. – Berlin: Springer, 2019. – 310 p.
55. Handbook of plant nutrition. Second edition (edited by Barker A.V., Pilbeam D.J.). London, New York: CRC Press, 2015. 774 p.
56. Johnson, A. B., Lewis, W. T. Impact of Micronutrients on Oil Crop Productivity / A. B. Johnson, W. T. Lewis. – Cambridge: Academic Press, 2019. – 280 p.
57. Nelson, D. W., Sommers, L. E. Phosphorus Fertilizers and Soil Health / D. W. Nelson, L. E. Sommers. – London: Taylor & Francis, 2020. – 190 p.
58. Newbould P. The use of nitrogen fertilizer in agriculture. Where do we go practically and ecologically / P.Newbould // Plant Soil. – 1989. – №115 (2). – P. 297-311.
59. Syers J.K., Johnston A.E., Curtin D. Efficiency of soil and fertilizer phosphorus use. Reconciling changing concepts of soil phosphorus behavior with

agronomic information. FAO fertilized plant nutrition bulletin. №18. Rome, 2008
105 p. URL: <http://www.fao.org/3/a1595e/a1595e00.htm>

60. Thierstein G.S. Herbicide testing for double-cropped sunflower after wheat in north central Kansas / G.S. Thierstein // Sunflower research workshop Bismarck. – 1988. – P. 16-17.

61. Wiesenthal S. The Sunflower: On the Possibilities and Limits of Forgiveness / S. Wiesenthal. – New York: Schocken Books, 1998. – 289 p.

ДОДАТКИ

Однофакторний дисперсійний аналіз дослідів №1

Одиниця вимірювання даних: т/га

Варіантів 6, повторності 3

Вихідні данні

Варіанти	Середнє			Повторності
	I	II	III	
1	2,10	2,00	2,10	2,20
2	2,30	2,20	2,30	2,40
3	2,50	2,40	2,50	2,60
4	2,20	2,30	2,20	2,10
5	2,60	2,50	2,60	2,70
6	2,40	2,30	2,40	2,50

Середні данні по досліді- 2,35 т/га

Таблиця дисперсії

Дисперсія	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	F
Загальна	0,65	17		15,75
Повторність	0,05	2		
Варіанти	0,52	5	0,10	
Залишок	0,07	10	0,01	

Помилка середньої – 0,15. Помилка різниці середньої - 0,07. НІР- 0,15 т/га або 6,33%. Сила впливу фактора -0,81.

Точність дослідів -2,01%. Варіація даних - 8,29 %

Однофакторний дисперсійний аналіз дослідів №2

Одиниця вимірювання даних: т/га. Варіантів 8, повторності 3

Вихідні данні

Варіанти	Середнє			Повторності
	I	II	III	
1	2,00	1,90	2,00	2,10
2	2,50	2,40	2,50	2,60
3	2,30	2,30	2,40	2,20
4	2,10	2,10	2,00	2,20
5	1,90	1,90	2,00	1,80
6	1,80	1,70	1,80	1,90
7	1,60	1,50	1,60	1,70
8	1,40	1,30	1,40	1,50

Середні данні по досліді- 1,95 т/га

Таблиця дисперсії

Дисперсія	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	F
Загальна	2,86	23		50,23
Повторність	0,05	2		
Варіанти	2,70	7	0,39	
Залишок	0,11	14	0,01	

Помилка середньої – 0,05. Помилка різниці середньої - 0,07. НІР- 0,15 т/га або 7,89%. Сила впливу фактора -0,94.
Точність досліді -2,59%. Варіація даних - 18,08 %

Додаток В

Однофакторний дисперсійний аналіз дослідів №3

Одиниця вимірювання даних: т/га. Варіантів 8, повторності 3

Вихідні данні

Варіанти	Середнє			Повторності
	I	II	III	
1	2,40	2,40	2,50	2,30
2	2,00	2,10	2,00	1,90
3	1,90	1,80	1,90	2,00
4	1,80	1,70	1,80	1,90
5	1,70	1,60	1,70	1,80
6	1,50	1,60	1,50	1,40
7	1,33	1,40	1,30	1,30
8	1,20	1,30	1,20	1,10

Середні данні по досліді- 1,73 т/га

Таблиця дисперсії

Дисперсія	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	F
Загальна	3,29	23		43,85
Повторність	0,00	2		
Варіанти	3,14	7	0,45	
Залишок	0,14	14	0,01	

Помилка середньої – 0,06. Помилка різниці середньої - 0,08. НІР- 0,15 т/га або 7,89%. Сила впливу фактора -0,96.
Точність досліді -2,57%. Варіація даних - 18,06 %