

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С. З. ГЖИЦЬКОГО
Кафедра агрохімії та ґрунтознавства

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

рівня вищої освіти – магістр

на тему: „Ефективність мінерального удобрення сої
при застосуванні інокулянтів в умовах Лісостепу Західного ”

Виконав студент VI курсу, групи Аг-52
спеціальності 201 «Агрономія»

Вантух Любомир Володимирович

Керівник Гаськевич О. В.

Рецензент _____

Дубляни - 2025

Міністерство освіти і науки України

Львівський національний університет ветеринарної медицини та
біотехнологій ім. с. Гжицького

Факультет агротехнологій та охорони довкілля

Кафедра агрохімії та ґрунтознавства

Освітній ступінь "магістр"

Спеціальність 201 "Агрономія"

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Зав. кафедри _____.
(підпис)

к. геогр. наук, доц. **Оксана ГАСЬКЕВИЧ**
(наук. ступ., вч. зв.) (ініціали і прізвище)

З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну роботу студенту **Вантуху Любомиру**

1.Тема роботи: **«Ефективність мінерального удобрення сої при застосуванні інокулянтів в умовах Лісостепу Західного»**

Керівник кваліфікаційної роботи Гаськевич Оксана Володимирівна,
кандидат географічних наук, доцент

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

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи 1 грудня 2025 року

3. Вихідні дані для кваліфікаційної роботи: Варіанти удобрення сої: Варіанти дослідів: 1) Без азоту+P₅₀K₅₀ (контр.); 2) Інокуляція+P₅₀K₅₀; 3) N₄₀P₅₀K₅₀; 4) Інокуляція+N₄₀P₅₀K₅₀; 5) Інокуляція+N₃₀P₅₀K₅₀+N₃₀ (листяне підживлення) Вплив мінерального живлення на вміст поживних елементів у ґрунті, продуктивність культури. Ґрунт – ясно-сірий лісовий, ґрунтово-кліматична зона – Північно-Західний Лісостеп.

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

Вступ

Розділ 1. Огляд літератури

Розділ 2. Умови, вихідний матеріал і методика досліджень

Розділ 3. Результати досліджень

Розділ 4. Охорона праці та захист населення

Розділ 5 Охорона навколишнього природного середовища

Висновки і пропозиції виробництву

Бібліографічний список.

Додатки

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

1. Ілюстративні таблиці за результатами досліджень в основній частині роботи (10 шт.) і в додатках (2 шт.)

2. Рисунки гідротермічних умов дослідження (6 шт.), динаміки досліджуваних показників (12).

6. Консультанти з розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис / дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
З охорони праці та захисту населення	Городецький І. М., доц.каф. інженерної механіки			
З охорони навколишнього середовища	Хірівський П.Р., зав. каф. екології та захисту довкілля доцент			

7. Дата видачі завдання 20 вересня 2024 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів	Відмітка про виконання
1	Полеві дослідження з питання встановлення оптимальної норм добрив для сої	09.2024 – 10.2025	
2	Написання розділу 1. Огляд літератури	до 02.2025	
3	Написання розділу 2. Умови та методика проведення досліджень	01.02.2025-01.04.2025	
4	Написання розділу 3. Результати досліджень	01.04.2025-01.10.2025	
5	Написання розділу 4. Охорона праці та захист населення.	01.10.2025 – 31.10.2025	
6	Написання розділу 5. Охорона навколишнього природного середовища. Формування висновків, бібліографічного списку, додатків.	01.11.2025-01.12.2025	

Студент

Любомир ВАНТУХ
(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи

Оксана ГАСЬКЕВИЧ
(підпис)

УДК 631.5.81/84:633.34

Ефективність мінерального удобрення сої при застосуванні інокулянтів в умовах Лісостепу Західного. Вантух Л. В. Кваліфікаційна робота. Кафедра агрохімії та ґрунтознавства. Дубляни, Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, 2025.

71 ст. текст. част., 9 табл., 27 рис., 77 літ. дж.

На полях фермерського господарства «*****» проводили дослідження впливу рівня мінерального живлення та інокуляції на продуктивність сої та агрохімічні властивості ясно-сірого лісового поверхнево-оглеєного опідзоленого легкосуглинкового ґрунту. Позитивний баланс поживних елементів забезпечує рівень мінерального живлення сої $N_{30+30}P_{50}K_{50}$, з використання інокуляції препаратом ХайКот® Супер Соя. Позитивний вплив інокулянта та невеликої норми азоту проявився на розвитку симбіотичного апарату та на формуванні густоти рослин.

Збільшення норми азотних добрив на фоні фосфорно-калійних $P_{50}K_{50}$ за рахунок листового підживлення у фазі бутонізації, коли формування бульбочкового азотфіксувального апарата досягло піку, сприяло найвагомішому підвищенню урожаю сої до 3,98 т/га. Це на 32,7% більше, ніж на контролі без азотних добрив та без інокуляції.

Вирощування сої забезпечило найвищу рентабельність виробництва від 96,0 до 99,4% у варіантах з інокулянтом та добривами. Умовно чистий прибуток на варіанті інокуляція + $N_{30}P_{50}K_{50}$ + N_{30} (лишкове підживлення) був максимальним – 35720 грн/га.

ЗМІСТ

	Ст
ВСТУП.....	6
Розділ 1. АГРОНОМІЧНІ ТА ЕКОНОМІЧНІ ЧИННИКИ ПОШИРЕННЯ КУЛЬТУРИ СОЇ В УКРАЇНІ ТА У ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОМУ (огляд літератури).....	9
1.1. Особливості біології та поширення культури сої	9
1.2. Особливості азотфіксації сої та азотфіксувальні інокулянти і їхнє застосування	15
1.3. Мінеральне удобрення сої з урахуванням передпосівної інокуляції насіння	19
Розділ 2. УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ПОЛЬОВИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ ТА МЕТОДИ ЛАБОРАТОРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	23
2.1. Агровиробнича спеціалізація підприємства ФГ "*****" у сільськогосподарському регіоні	23
2.2. Клімат і особливості погоди в період проведення досліджень	25
2.3. Аналіз ґрунтового покриву й опис ясно-сірого опідзоленого ґрунту дослідної ділянки	33
2.4. Методика феноспостережень і польового експерименту	37
2.5. Господарсько-біологічні властивості сої сорту Васильківська	40
2.6. Вирощування сої в досліді на полі ФГ "*****".....	37
Розділ 3. ВПЛИВ ПОЄДНАННЯ МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ ТА ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ НА ВРОЖАЙ СОЇ І ЯКІСТЬ ЗЕРНА (результати досліджень).....	44
3.1. Вплив добрив на агрохімічні показники ясно-сірого опідзоленого ґрунту	40
3.2. Вплив азотних мінеральних добрив та інокуляції на симбіотичну активність сої	50
3.3. Висота рослин та прикріплення бобів у сої залежно від інокуляції та	

системи удобрення	53
3.4. Вплив інокуляції препаратом ХайКот® Супер Соя та норми азотного мінерального удобрення на урожай зерна сої	55
3.5. Економічні й енергетичні переваги інокуляції та систем удобрення сої.....	57
Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	61
4.1. Аналіз стану охорони праці у Фермерському господарстві «*****»	61
4.2. Покращення гігієни праці, техніка безпеки і пожежної безпеки за вирощування сої	62
4.3. Захист населення в надзвичайних ситуаціях	64
Розділ 5. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА	66
5.1. Стан використання земель, причини деградації ґрунтів і шляхи їх охорони	66
5.2. Екологічна оцінка технології вирощування сої	69
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	71
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	74
ДОДАТКИ.....	82

ВСТУП

На аграрному ринку України і Світу соя вже багато років, поряд із зерновими культурами, займає провідні позиції. В експорті і переробці на харчові та кормові цілі соя лідирує. Культура має важливе значення в підтриманні продовольчої та економічної безпеки України. Основними передумовами стрімкого поширення культури в Україні і Світі є зміщення у структурі харчування людей передових країн, а саме перехід від використання суто тваринного жиру на рослинні олії. Збільшення чисельності населення в країнах Азії та стрімкий розвиток галузі тваринництва в Євросоюзі сприяли цьому.

Питання забезпечення та підвищення якості білкової рослинної продукції сьогодні актуальна. Інтенсифікація виробництва збіжжя, зокрема кормового, повинна є стратегічним напрямом розвитку всього агровиробництва в Україні. Для цього увага зосереджена на створенні високопродуктивних сортів з уточненням оптимальної зони виробництва, оптимізації структури посівних площ провідних агрокультур,

Зернобобові культури займають вагоме місце в агропромисловому комплексі України. Це зумовлено не лише порівняно дешевим джерелом високоякісних білків для харчування людей і балансування кормів для свійських тварин і птиці. Останнім часом на перше місце виходить роль бобових культур як важливих поліпшувачів ґрунту.

Позитивна роль вирощування сої полягає в тому, що культура здатна фіксувати до 100–150 кг атмосферного азоту, а це рівноцінно внесенню 15–20 т органічних добрив. При цьому соя використовує в процесі вегетації до 90 кг азоту, решта дістається наступним за нею культурам сівозміни. Азот сої, на відміну від азоту мінеральних добрив, не забруднює навколишнє середовище та легко асимілюється іншими рослинами. Вирощування сої дозволить швидко знизити затрати на мінеральні добрива, які стають дедалі коштовнішими.

За останні 20 років площі під соєю в Україні зросли фактично у 20 разів. На початку 2000-х років сою ще не вважали основною культурою, тож вирощували її не так багато – кілька десятків тисяч гектар. Основний стрибок і потім стрімке щорічне нарощування площ відбувалося в період 2008–2015 рр. Наразі процес більш-менш стабілізувався, а коливання відбуваються залежно від ситуації на ринку та погодних умов. Що стосується урожайності, то цей показник також підвищився. Якщо 20 років тому література вказує цифру середньої врожайності сої в Україні на рівні 1 т/га, то максимальна, за новими даними, була у 2018–2019 рр. і сягнула 2,6 т/га.

Тому предметом кваліфікаційних досліджень було вивчення способів оптимізації живлення сої з метою встановлення ефективності інокулянтів з азот- і фосфорфіксувальних бактерій та азотного мінерального живлення в умовах ясно-сірого опідзоленого ґрунту Лісостепу Західного.

Мета досліджень. Мета наших досліджень – з’ясування впливу інокуляції та норм азотного мінерального удобрення на продуктивність сої та зміну агрохімічних показників ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного опідзоленого легкосуглинкового ґрунту Лісостепу Західного.

Завданнями дослідження були:

- вивчити наукових джерел і методології дослідної справи;
- проаналізувати гідротермічні чинники формування врожаю та особливості ґрунтового покриву;
- дослідити дію мінеральних добрив та інокулянта сої на зміни агрохімічних властивостей ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного опідзоленого легкосуглинкового ґрунту;
- дослідити вплив інокулянта і норм азотного мінерального удобрення на формування азотфіксувальних бульбочок сої, на стійкість і виживання рослин впродовж вегетації, морфологію;
- дослідити вплив інокулянта і норм азотного мінерального удобрення на урожай зерна сої;
- визначити економічну та енергетичну ефективність інокулянта і норм

азотного мінерального удобрення.

Об'єкт досліджень: дія інокулянта і норм азотного мінерального удобрення на продуктивність сої.

Предмет досліджень: сорт сої Васильківська, гідротермічні умови дослідження, інокулянт і норми азотного мінерального удобрення, агрохімічні показники ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного опідзоленого легкосуглинкового ґрунту, продуктивність сої.

Методи досліджень. Ми застосували такі методи: польові дослідження, лабораторні методи, розрахунково-порівняльні та статистичні, економічні.

Наукова новизна отриманих результатів. В умовах Лісостепу Західного на ясно-сірому лісовому поверхнево оглеєному опідзоленому легкосуглинковому ґрунті встановлено ефективність інокулянта ХайКот® Супер Соя на фоні $N_{30}P_{50}K_{50} + N_{30}$ (листкове підживлення у фазі бутонізації) для отримання рентабельного врожаю сої сорту Васильківська.

Практичне значення. У Фермерському господарстві «*****» впроваджена система удобрення $N_{30}P_{50}K_{50} + N_{30}$ (листкове підживлення у фазі бутонізації) з використанням інокулянта ХайКот® Супер Соя при вирощуванні сої сорту Васильківська, яка забезпечує отримання від 3,61 до 3,98 т/га зерна та сприяє покращенню агрохімічних властивостей ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного опідзоленого легкосуглинкового ґрунту, продуктивність сої..

Розділ 1

АГРОНОМІЧНІ ТА ЕКОНОМІЧНІ ЧИННИКИ ПОШИРЕННЯ КУЛЬТУРИ СОЇ В УКРАЇНІ ТА У ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОМУ

(огляд літератури)

1.1. Особливості біології та поширення культури сої

За ботанічними ознаками соя — однорічна рослина, яка, як і багато видів, належить до родини бобових. У Світі соя є найважливішою з економічної точки зору олійною культурою і завдяки високому вмісту білка від 35 до 50 відсотків вважається білковою культурою. Ця однорічна рослина виростає до 100 см заввишки [1; 6; 20]. Більшість сортів демонструють детермінований або обмежений ріст і, як правило, самозапильні. Однак, активність бджіл та інших запилювачів має позитивний вплив. Доступний навіть мед із сої.

В природі вид, *Glycine soja*, також відомий як *Glycine ussuriensis*, походить зі Східної Азії. Основні райони вирощування культивованої форми, *Glycine max*, зараз знаходяться в США, Бразилії та Аргентині [7; 25; 27; 37; 49].

Соя є рослинами короткого дня, тобто фаза темряви/ночі має бути достатньо довгою, щоб викликати цвітіння. Тому збір врожаю в нашому регіоні був можливий лише дуже пізно в році. Завдяки селекції ця характеристика короткого дня була значно зменшена, і сучасні сорти сої, залежно від групи стиглості та кліматичного регіону, збирають вже у вересні [51; 52; 58; 60].

Типова рослина родини бобових, соя має квітку у формі метелика з віночком, що складається з кіля, штабового листя та крил, десять тичинок зрощені в трубку. Віночок невеликий, лише трохи довший за чашечку, тому досить непомітний. Його колір коливається від білого до фіолетового. Від

трьох до восьми, іноді навіть дванадцяти, квіток розташовані разом у суцвітті в пазухах листків [51; 60].

Плоди – це волохаті боби довжиною до 8 см і шириною близько 10 мм, які зазвичай містять від двох до трьох насінин. Насіння круглої або яйцеподібної форми гладке та жовтого до коричневого кольору.

Рослина здебільшого самозапилює, але іноді трапляється і запилення комахами [52; 60]. Як і багато бобових, соя утворює кореневі бульбочки. Бактерії, що живуть симбіотично в цих бульбочках, фіксують азот з повітря. Коли рослина гине, а разом з нею бактерії, азот вивільняється в ґрунт. Це покращує якість ґрунту, оскільки азот необхідний для інших рослин.

Оскільки рослина має тропічне та субтропічне походження, вона добре росте за особливо високих температур і потребує великої кількості води. Лише завдяки новим програмам селекції стало можливим культивувати рослину в більш помірному кліматі, включаючи наш регіон [1; 6; 20]. Боротьба з бур'янами особливо важлива для рослини протягом перших кількох тижнів росту. Як наслідок, більшість сортів сої зараз стійкі до гербіцидів.

77,5 відсотка сої використовується у вигляді соєвого шроту в кормах для тварин, змішуючи його з концентрованими кормами. Курей та свиней переважно годують соєвим шротом. Якби вся соя, що використовується в європейському промисловому тваринництві, вирощувалася в Європі, Європі знадобилася б додаткова площа, більша за Австрію, призначена виключно для вирощування сої. Поточне виробництво м'яса в Європі та для Європи можливе лише завдяки вирощуванню сої за кордоном [7; 25].

Вирощена соя лише у невеликій кількості споживається безпосередньо [27; 37; 49] .

Соєві боби використовуються як квасоля лише у дуже невеликих кількостях. Переважна більшість сої переробляється на два основні компоненти: олію та білки. Соєві продукти зараз містяться у понад третині всіх комерційно доступних харчових продуктів.

За оцінками [78], лише шість відсотків усіх соєвих бобів споживаються безпосередньо людиною (рис. 1.1), чи то у свіжому вигляді, чи то у вигляді перероблених на соєвий соус, тофу чи соєве молоко. Соя служить чудовим джерелом білків та є важливим компонентом для його достатнього споживання, особливо для вегетаріанців та веганів.

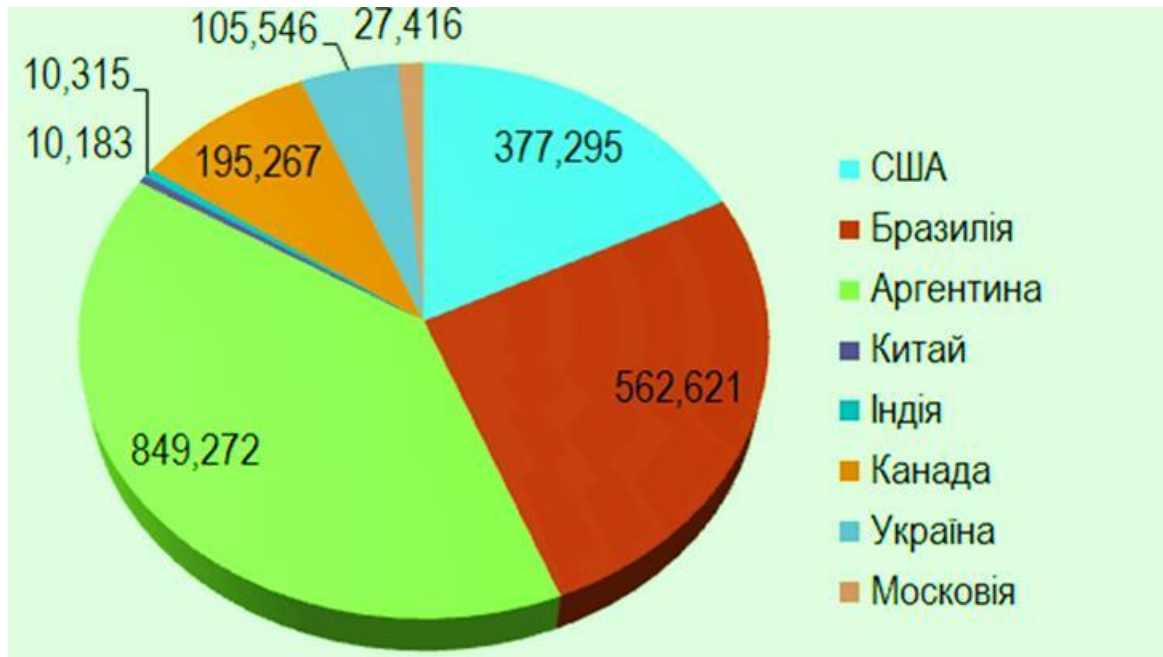


Рис. 1.1. Вирощування зерна сої в агрокультурі у Світі на одну людину (2022 р.) [78]

Урожайність зерна сої дуже коливається у різних країнах. В Україні врожайність зерна сої більша (рис. 1.2), ніж в Індії, Московії та Китаї [12, 37, 58]. Так в 2021 році в Україні врожайність сої становила біля 26,4 ц/га за, що більше за 2020 рік на 4,9 ц/га [75].

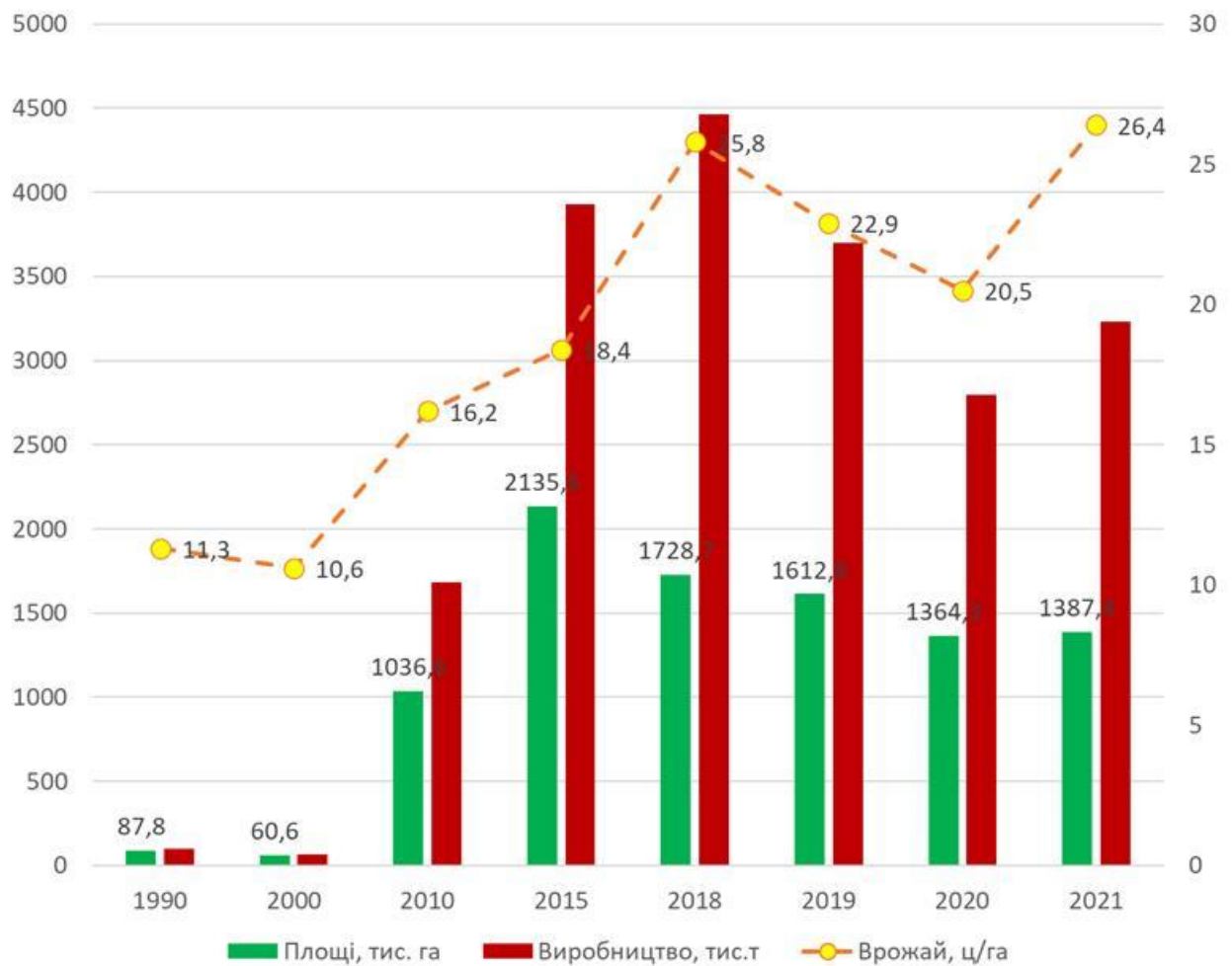


Рис. 1.2. Динаміка посівних площ, виробництва та врожайності сої від 1990 до 2021 року в Україні [75].

У США площа посіву сої 2022 року становила 35 657 тис. га (рис. 1.3). В Австрії площа під вирощуванням сої у 2024 році становила приблизно 87,4 тис га, причому, за оцінками, половина цієї площі йшла безпосередньо на виробництво продуктів харчування. Ця площа за величиною робить Австрію сьомим після України виробником сої в Європі [78].

Соєві боби віддають перевагу теплову, вологому клімату. В Україні вона найкраще росте у теплому Лісостепу і тому добре справляються зі зміною клімату. Для оптимального росту рослинам потрібні пухкі, добре аеровані, слабокислі або нейтральні ґрунт (рН від 6,5 до 7,5) з гарною вологоутримуючою здатністю. Потреба у воді особливо висока під час цвітіння та формування зерна [3; 8; 30; 36].

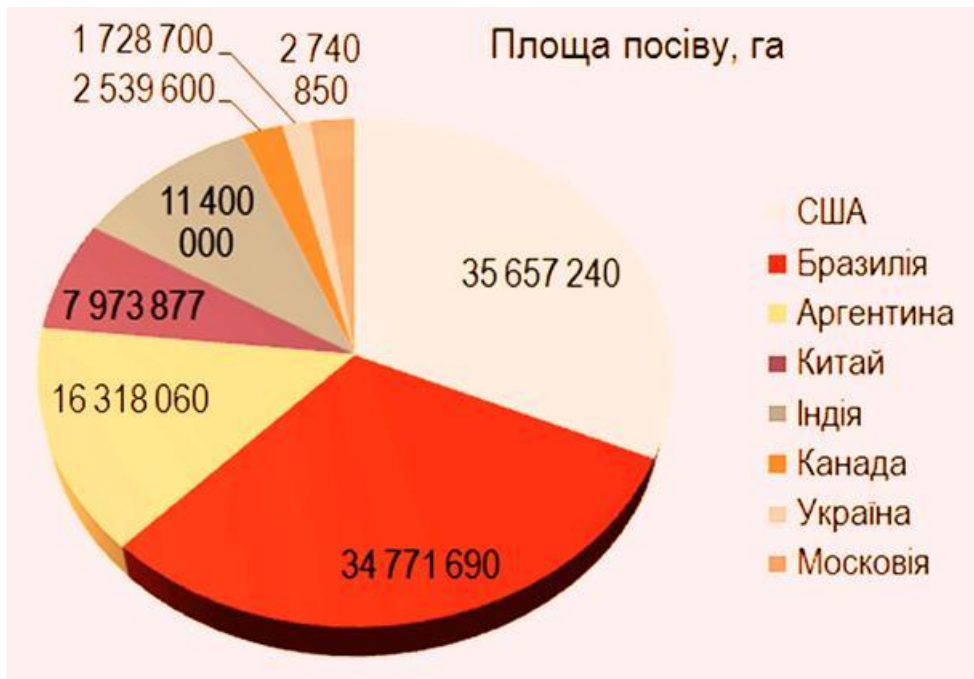


Рис. 1.3. Площа сої в агрокультурі у країнах Світу (2022 р.) [78]

Відповідними попередниками є озимі зернові, а також ярові зернові та кукурудза на зерно [14]. Оскільки соя є слабким конкурентом через свій повільний ранній ріст, особливо важливо, щоб попередня культура пригнічувала пізні бур'яни [16] та не сприяла неконтрольованому вивільненню азоту [3; 8]. Хоча соя самосумісна, її слід вирощувати лише кожні чотири-п'ять років послідовно через ризик грибкового захворювання склеротиніозу. Така ж сівоzmіна застосовується до інших бобових культур, таких як квасоля, конюшина, горох тощо, та інших культур, сприйнятливих до склеротиніозу (ріпак, соняшник, деякі овочеві культури). Як азотфіксатор та рослина з хорошою кореневою системою для покращення структури ґрунту, соя сама по собі є гарною попередньою культурою. Час посіву – з середини квітня до початку/середини травня за температури ґрунту 10 °С. Посів можна проводити сівалкою або сівалкою точного висіву [30; 36].

Соеві боби живуть у симбіозі з азотфіксуючими ризобіями (*Rhizobium japonicum*), які необхідно вносити до насіння під час першого вирощування

сої. Ці бактерії задовольняють високі потреби рослини в азоті. Зазвичай додаткові азотні добрива не потрібні; насправді, більші дози азоту можуть погіршити активність ризобій [13].

Час збору врожаю залежить від сорту та погоди і зазвичай припадає на період з середини вересня до кінця жовтня. Дозрівання починається з пожовтіння листя, яке зрештою висихає та опадає. Боби стають круглими та твердими, вільно брязкаючи всередині стручка [65]. Збір врожаю зазвичай відбувається через кілька днів після опадання листя за допомогою зернозбирального комбайна, і на той момент вологість бобів повинна становити від 12 до 16%. Середня врожайність коливається від 2,0 до 3,0 т/га, хоча рекордсмени збирають до 10 т/га.

За рівнем урожайності Україна вже на 5 місці в Світі серед виробників сої (рис. 1.4). Сучасні новітні сорти сої відрізняються підвищеною стійкістю до низьких температур, тому перенесення вирощування цієї цінної культури на північ не становить ризику.

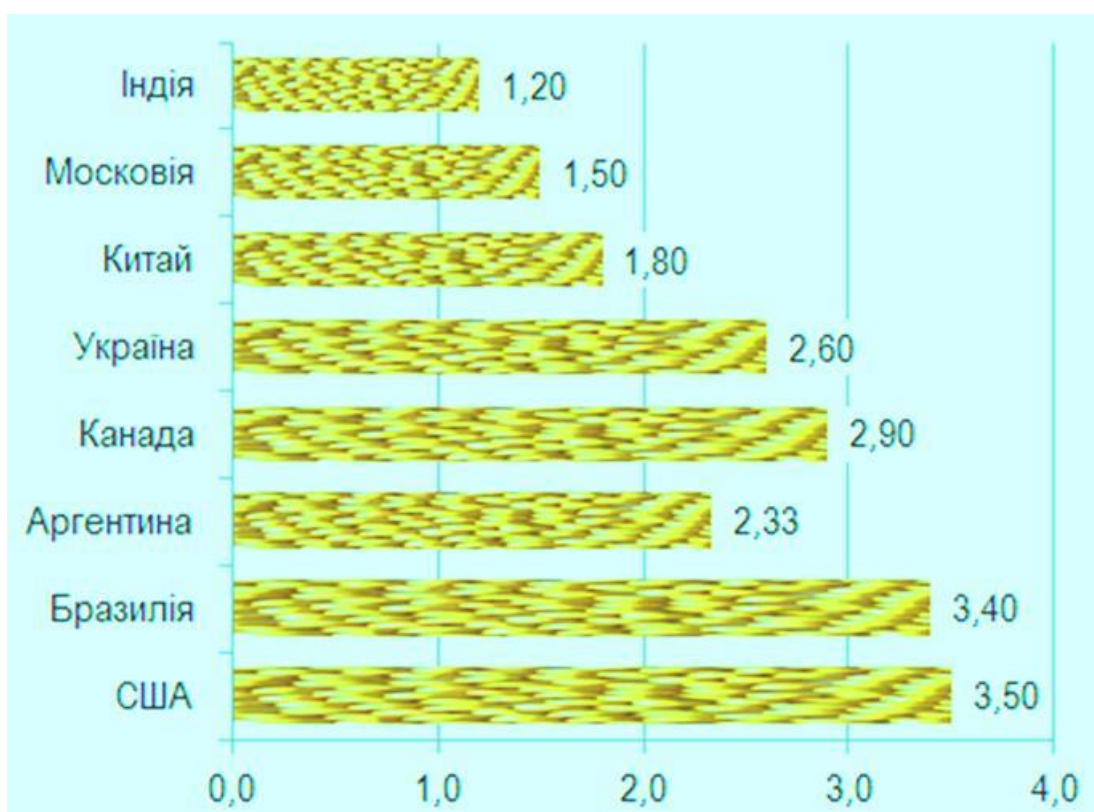


Рис. 1.4. Врожайність сої у країнах Світу (2021 р.), т/га [78]

Порівняльний аналіз урожайності вивчених в Україні сортів сої показав, що високі значення рівня реалізації потенціалу врожайності (79,5–95,6 %) у зоні розташування харківського селекцентру спостерігали у роки із сприятливими гідротермічними умовами протягом періоду вегетації сої (рис. 1.5).



Рис. 1.5. Врожайність сої (т/га) в різних природно-кліматичних зонах України, (2009–2020 рр.) [58]

Вирощування сої є дуже високорентабельним виробництвом. За прибутковістю культивування соя тримається на рівні соняшника. 2022 року рівень рентабельності сої в Україні становив 50%, тоді як соняшнику – 52% [3].

1.2. Особливості азотфіксації сої та азотфіксувальні інокулянти і їхнє застосування

Соя, завдяки активному симбіозу з бульбочковими бактеріями *Bradyrhizobium japonicum*, фіксує вільний атмосферний азот [55; 76; 77; 21;

33]. Ефективність фіксації азоту залежить від наявності симбіотичних бактерій у ґрунті та його фізико-хімічних властивостей. Оскільки соя є відносно новим видом, що культивується на заході України, використання бактеріальних інокулянтів перед сівбою є важливим. Наразі на ринку представлений широкий асортимент біологічних препаратів для самоінокуляції насіння сої безпосередньо перед сівбою, що створює певні труднощі для фермерів. Тому багато насіннєвих компаній пропонують щеплене насіння, підготовлене для прямої сівби.

Інокуляція насіння має значний вплив на врожай [19; 22-24]. Застосування препаратів на такій ранній стадії розвитку рослини значно мінімізує ризик багатьох хвороб рослин. Це також знижує затрати енергії на ріст сої, підвищує стійкість до бактерій протягом періоду росту та дозволяє використовувати значно менше мінеральних добрив. Це значно зменшує забруднення ґрунту та ґрунтових вод, що призводить до економії фінансів та оптимізації врожайності сільськогосподарських культур.

Нітрагін – це біопрепарат, що містить штами бульбочкових бактерій *Rhizobium* та *Bradyrhizobium*. Ці мікроорганізми мають здатність фіксувати вільний азот з атмосфери та вступати в симбіотичні стосунки з бобовими культурами, такими як горох, квасоля та соя [31; 32]. Цей симбіоз дозволяє цим рослинам використовувати азот, який є вирішальним для їхнього росту та розвитку. Застосування Нітрагіну до сільськогосподарських культур може значно збільшити фіксацію азоту, що призводить до покращення врожайності та здоров'я рослин. Залежно від ґрунтових умов та виду культури, цей продукт може забезпечити до 600 кг азоту на гектар протягом вегетаційного періоду. Така підтримка засвоєння азоту може зменшити потребу в штучних добривах, що позитивно впливає як на навколишнє середовище, так і на економіку сільськогосподарського виробництва [47; 50].

HiKot Soy – це продукт, що містить бульбочкові бактерії *Bradyrhizobium japonicum*. Ці бактерії сприяють ефективній фіксації азоту з повітря в ґрунті рослинами, і варто зазначити, що вони не зустрічаються

природним чином у Польщі. Інокуляція цим продуктом має вирішальне значення для врожайності та утворення бульбочок рослинами. Використання бактеріальних інокуляцій пропонує численні переваги, включаючи зниження витрат на добрива, зменшення конкуренції бур'янів та зменшення забруднення ґрунтових вод.

Соя потребує родючого, добре дренованого та удобреного ґрунту. Вона не переносить кислих умов. Добре росте з оптимальним рівнем рН 6,6-7,0. Має високі потреби у воді під час проростання та цвітіння.

В Україні, незважаючи на нижчу врожайність сої, більшою популярністю користуються ранні та надранні сорти. Це пов'язано з їхніми нижчими тепловими вимогами та коротшим вегетаційним періодом, що збільшує шанси на своєчасне завершення росту. Найкращих результатів досягають сорти, вегетаційний період яких не перевищує 140 днів [5].

Симбіотичні бактерії *Bradyrhizobium japonicum* відіграють вирішальну роль у рості сої. Завдяки симбіозу з рослиною вони забезпечують її азотом, зменшуючи потребу в азотних добривах.

Процес інокуляції досить простий [29; 40; 42]. Інокуляції слід проводити в прохолодному, затіненому місці, враховуючи рекомендації виробника препарату. Поширені препарати, які дозволяють проводити інокуляції лише безпосередньо перед сівбою, а також ті, що дозволяють проводити процедуру довше до сівби (до 120 днів до сівби). Під час використання води для інокуляції слід використовувати дощову воду, воду з колодязів, дистильовану воду або мінеральну воду. Не слід використовувати хлоровану воду, оскільки хлор може знизити життєздатність бактерій.

Інокуляції слід проводити обережно, забезпечуючи умови, що запобігають механічним пошкодженням, розтріскуванню або пам'яттю зерна сої. Важливо забезпечити рівномірне покриття всього насіння інокулянтном. Для більшої кількості насіння обприскування можна проводити за допомогою конвеєрних стрічок, які розпилюють інокулянт на насіння, що рухається [60; 65].

Також можливе використання традиційних протруювачів насіння або бетонозмішувачів. На практиці для цього процесу достатньо кількох обертів резервуара. Під час інокуляції невеликих партій інокуляції можна проводити в контейнери або безпосередньо в сівалку, додавши рекомендовану дозу інокулянта до насіння, а потім перемішавши. Однак цей процес є найменш точним та неефективним. Після обробки насіння слід захищати від сонячних променів, оскільки бульбочкові бактерії дуже чутливі до сонячного світла. Крім того, інокульоване насіння слід зберігати в прохолодному місці. Перед використанням інокулянт слід зберігати в прохолодному місці за температури приблизно 4-8°C. Його не можна піддавати впливу сонячного світла або зберігати на морозі. Під час інокуляції насіння інокулянтом не слід поєднувати безпосередньо (в одному процесі застосування) із засобами захисту рослин, особливо з протруювачами насіння або мікроелементними добривами.

Агротехнічний період сівби сої зазвичай триває з 20 квітня по 5 травня. Однак варто пам'ятати, що для правильного проростання рослині потрібен ґрунт, прогрітий до 10-12°C з оптимальною вологістю. Фенологічний період сівби сої – це період повного цвітіння клена звичайного або кінець цвітіння вишні. Сівба сої в теплий ґрунт сприяє рівномірному проростанню [15; 37; 51].

Соя – світлолюбна рослина, тому рекомендується сівба з міжряддями 15-45 см, з густотою приблизно 60 рослин на квадратний метр. Оптимальна густота сівби дозволяє сформувати кілька десятків бобів на рослину. Досвід, набутий на сьогодні, показує, що сою можна вирощувати за допомогою традиційних систем обробітку ґрунту (оранка), систем безплужного обробітку (сівба без обробітку) та систем безплужного обробітку з прямим сівбою. Сою можна висівати за допомогою різних сівалок, включаючи широкодоступні традиційні сівалки.

1.3. Мінеральне удобрення сої з урахуванням передпосівної інокуляції насіння

Добриво для сої можна вносити в ґрунт або позакоренево [53; 54; 56; 57]. Азотні добрива не завжди необхідні для досягнення максимальних врожаїв. Це пов'язано зі специфічною кореневою системою рослини, яка характеризується високою здатністю поглинати поживні речовини з верхнього та підґрунтового шарів ґрунту. Соя співіснує з бульбочковими бактеріями *Bradyrhizobium japonicum*, завдяки чому вона може засвоювати достатню кількість азоту з ґрунтового повітря для повного задоволення своїх потреб у азоті. Завдяки цим властивостям на дуже родючих ґрунтах соя не потребує попереднього удобрення азотом. Крім того, цей симбіоз з бульбочковими бактеріями робить сою чудовою попередньою культурою. Частина азоту, зв'язаного в бульбочках, залишається в коренях та рослинних рештках, тим самим збагачуючи поле для наступної культури.

Якщо бульбочкоутворення рослин відбувається малоінтенсивно, наприклад, через надмірно кислий рН ґрунту, погану структуру ґрунту або складні кліматичні умови, сою слід удобрювати швидкозасвоюваними азотними добривами протягом початкового періоду цвітіння.

За повного утворення бульбочок, яке зазвичай слід перевіряти в середині червня на початку цвітіння, внесення мінерального азоту до 60 кілограмів азоту на гектар (кг N/га) буде виправданим [63]. Згідно з рекомендаціями щодо внесення азоту до 60 кг N/га можливе для неінокульованого насіння, у випадках недостатнього утворення бульбочок та для першого вирощування [61; 62].

Окрім власного запасу азоту, соя має потенціал забезпечити наступну культуру до 20 кілограмів азоту на гектар. Якщо протягом вегетаційного періоду спостерігається блідо-зелене листя, це свідчить про поганий розвиток бульбочок (неефективність інокуляції).

Кількість фосфорних та калійних добрив слід визначати вмістом поживних речовин у ґрунті. Рекомендоване внесення фосфору становить 65 кг P_2O_5 /га, а калію – 90 кг K_2O /га. Це стосується ґрунтів із середньою врожайністю та рівнем забезпечення поживними речовинами [66; 67].

Фосфорно-калійне удобрення має значення для врожайності сої лише тоді, коли аналіз ґрунту не вказує на високий рівень поживних речовин. Тому соя є дуже невибагливою рослиною, яка за умови гарної структури ґрунту та хорошої популяції бульбочок може досягти свого повного потенціалу врожайності навіть без азотного, фосфорного або калійного удобрення [68].

З агрономічної точки зору, удобрення фосфором та калієм значно корисніше для кукурудзи, ріпаку або цукрового буряка. Однак, якщо основне удобрення застосовується до сої, то застосовуються рекомендації, наведені в таблиці вище [64].

Позакореневе підживлення сої зменшує дефіцит певних елементів та може спонукати до рішення про застосування позакореневого підживлення сої (рис. 1.6).



Рис. 1.6. Позакореневе (листкове) підживлення сої КАС після сформування азотфіксувальних корневих бульбочок.

Це стосується, перш за все, дефіциту бору, молібдену та цинку – елементів, яких зазвичай бракує в польських ґрунтах. Варто також згадати марганець, оскільки він інтенсифікує процес засвоєння вуглекислого газу, прискорюючи синтез вуглеводів. Позакореневе підживлення сої особливо важливе у випадках дефіциту молібдену, який відповідає за правильне утворення бульбочок і, отже, за засвоєння азоту [59].

Правильне удобрення сої не лише підвищує врожайність, але й її якість. Рослини, підтримані вдало підібраними добривами, дають вищу якість – з вищим вмістом білка, макро- та мікроелементів [69; 70]. Це безпосередньо впливає на якість кормів, що з них виробляються.

Загальновідомо, що соєві боби, зазвичай, не потребують азотних добрив на родючих ґрунтах [76; 77].

Замість внесення додаткових азотних добрив, на родючих ґрунтах після добре забезпечених азотом попередників рекомендовано застосувати інокулювати насіння безпосередньо перед сівбою. Інокуляція насіння інокулянтom *Rhizobium* сприяє росту бульбочкових бактерій. Ці бактерії фіксують азот з повітря та постачають його рослинам. Азотні добрива, особливо нітратні форми, ризиковано вносити перед посівом. Нітрати можуть пригнічувати утворення кореневих бульбочок. Азотні добрива слід використовувати лише на відносно бідних ґрунтах, а також де не культивували раніше сою. Коли бульбочкові бактерії не розвинулися належним чином, існує ризик того, що рослина сої не отримуватиме достатньо азоту [28; 4; 9;].

Щоб запобігти цьому, можна застосувати одноразове азотне добриво в дозі 50-80 кг N/га у формі сульфату амонію, або карбаміду. Добрий результат дає внесення нітрапірину, який інгібує утворення нітратів на період ініціації бульбочкоутворення. Найкращий час для азотного підживлення – кінець цвітіння, початок утворення бобів [45; 46].

Калійні добрива малоефективні для сої, але їх вносять, щоб зберегти родючість ґрунту [23].

Виходячи з аналізу передового досвіду та численних літературних джерел, переконуємося, що вивченню впливу інокулянтів та норм мінерального удобрення на урожайність і якісні показники насіння сої у Світі та Україні приділена велика увага.

Проте наукові джерела містять суперечливі аргументи щодо потреби додаткового мінерального удобрення сої на фоні застосування інокулянтів з азотними бактеріями. Проблемі удобрення сої в умовах Лісостепу Західного на ясно-сірих ґрунтах присвячена невелика кількість досліджень. Це спричинено швидким просуванням сої у північно-західні райони аграрного виробництва.

Тому метою нашої кваліфікаційної роботи було вивчити вплив інокуляції та норм азотного мінерального удобрення сої на темно-сірих ґрунтах опідзолених ґрунтів ФГ "*****".

Розділ 2

УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ПОЛЬОВИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ ТА МЕТОДИ ЛАБОРАТОРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Агровиробнича спеціалізація підприємства ФГ "*****" у сільськогосподарському регіоні

Підприємство Фермерське господарство "*****" зареєстроване за адресою: Україна, 80435, Львівська обл., Львівський р-н, село Новий Став, вул. Лесі Українки, будинок 33. Директором є Варещук Володимир Володимирович. Фермерське господарство "*****" перереєстроване -01.31.2023.

Головна діяльність: вирощування зернових культур (крім рису), бобових культур і насіння олійних культур (рис. 2.1).

Село Новий Став до липня 2020 року належало до Кам'янка-Бузького району Львівської області. Село є в підпорядкуванні Великоколоднівського округу Жовтанецької СОТГ (від 2016). Село має залізничну станцію. За 4,5 км від вузлової станції Сапіжанка проходить автомобільний шлях загальнодержавного значення Львів–Луцьк. Площа села становить 1,27 км². Відповідно до перепису населення 2001 року у селі мешкає 625 осіб.

В минулому Кам'янка-Бузький район, що знаходився у північній частині Львівської області охоплював площу 0,9 тис. км², а населення становило 62 тис. мешканців. Вони проживають у 74 селах.

Протікає річка Західний Буг, а також його притоки Думниця, Желдець, Кам'янка. Ґрунти дернові підзолисті, карбонатні, лучні, лісові на лесах. У деревостанах переважають сосна, береза, вільха, граб.

Територія має вигідне положення щодо транспортних шляхів, які обумовили розгалужену та розвинуту інфраструктуру. Через Кам'янка-Бузьку проходять 2 автомагістралі. Промисловість регіону переважно

спеціалізується на переробці с.-г. продукції. Розвинуті лісопереробна, деревопереробна і легка галузі. Вже не працює розбомблена Добротвірська теплова електростанція та.

Сільське господарство колишнього району спеціалізується на вирощуванні зернові культур (ячмінь, пшениця), цукрових буряків та льону, на виробництві молока та м'яса. Сільським господарством у районі займалися 63 підприємства, з них 17 мають площі посівів понад 100 га.

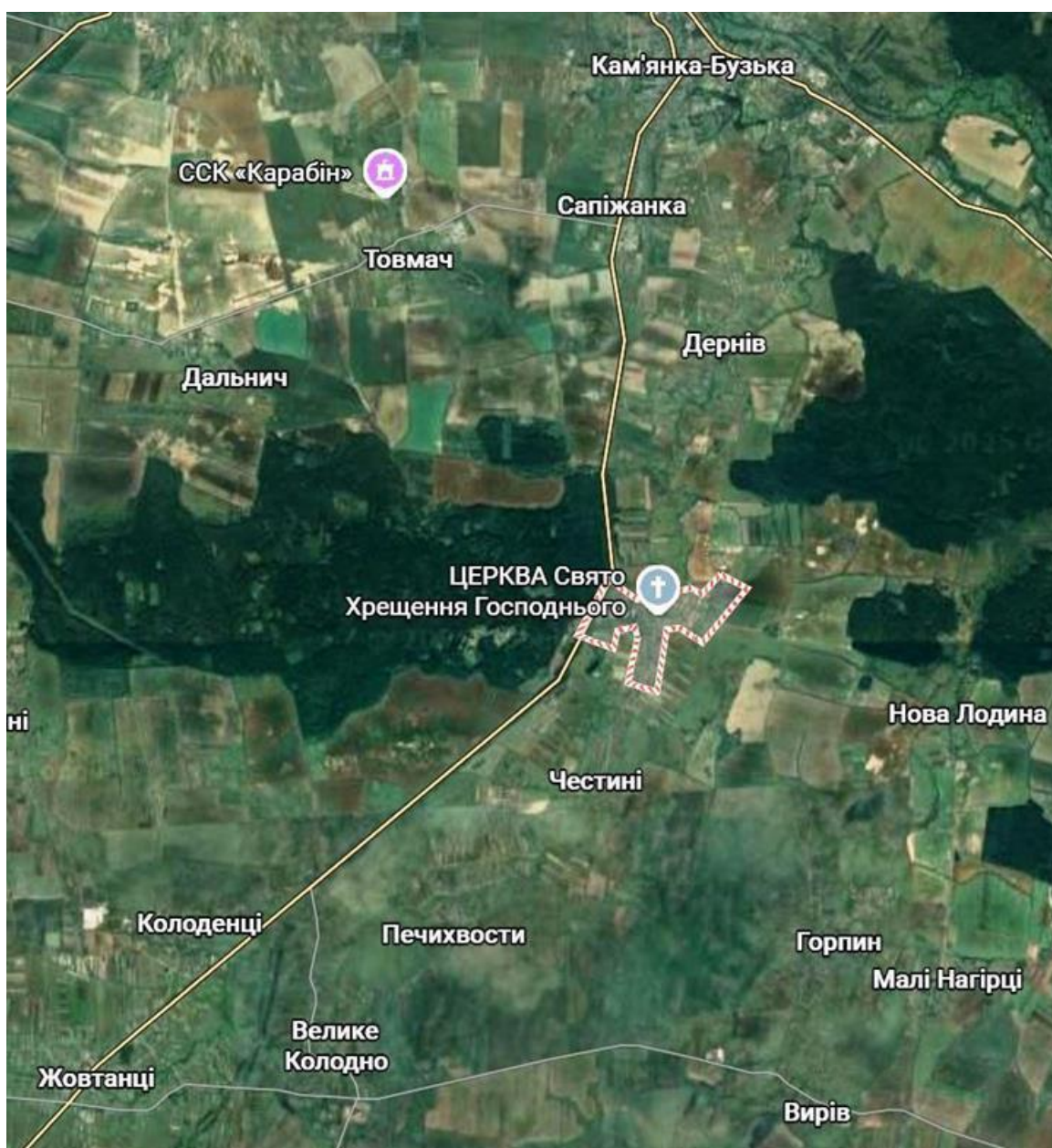


Рис. 2.1. Розташування с. Новий Став, де функціонує
Господарство ФГ «*****»

2.2. Клімат і особливості погоди в період проведення досліджень

Приватне підприємство Фермерське господарство «*****» згідно агрокліматичного районування знаходиться в зоні Лісостепу західного (рис. 2.2) [72; 71].



Західна провінція. Воднольодовикова рівнина, ґрунтоутворюючі відкладення підстиляються крейдяними породами; підвищена вологість. Область Малого Полісся. Західноукраїнський край. Зона широколистяних лісів



Лісостеп західний. Західноукраїнський край. Зона широколистяних лісів



Місце розташування фермерського господарства.

Рис. 2.2. Розташування господарства Фермерського господарства «*****» агроґрунтового районування [72]

Львівська область на шляху вагомих кліматичних змін, які можуть мати невідомі наслідки для господарської діяльності населення та економічної стабільності громад. Аналіз, у способів адаптації до зміни клімату для Львівщини показав, що середня річна температура буде поступово збільшуватися за 20 років і вже до кінця 21 століття може бути на 4,1°C вищою за теперішню.

Впровадження технологічних заходів допоможе зменшити негативні впливи кліматичної зміни у рільництві та забезпечити стійкий розвиток області.

У Львівській області теплий і помірно вологий клімат (рис. 2.3 і рис. 2.4). Проте очікують підвищення середньої температури атмосфери як середньорічної, так і у середні місяці сезонів (січень, квітень, липень і жовтень). Середня річна температура зростає в приблизно на 0,8-1,0°C (2021-2040 рр.). З підвищенням середньої температури повітря подовжуватиметься вегетаційного період (активні температури 5°C і більше). Це дозволить отримувати два врожаї та вирощувати нових культур, як наприклад соя, соняшник. Можуть зростати і частота екстремальної спеки з підвищеною пожежонебезпечною погодою. Зменшиться кількості днів з морозом.

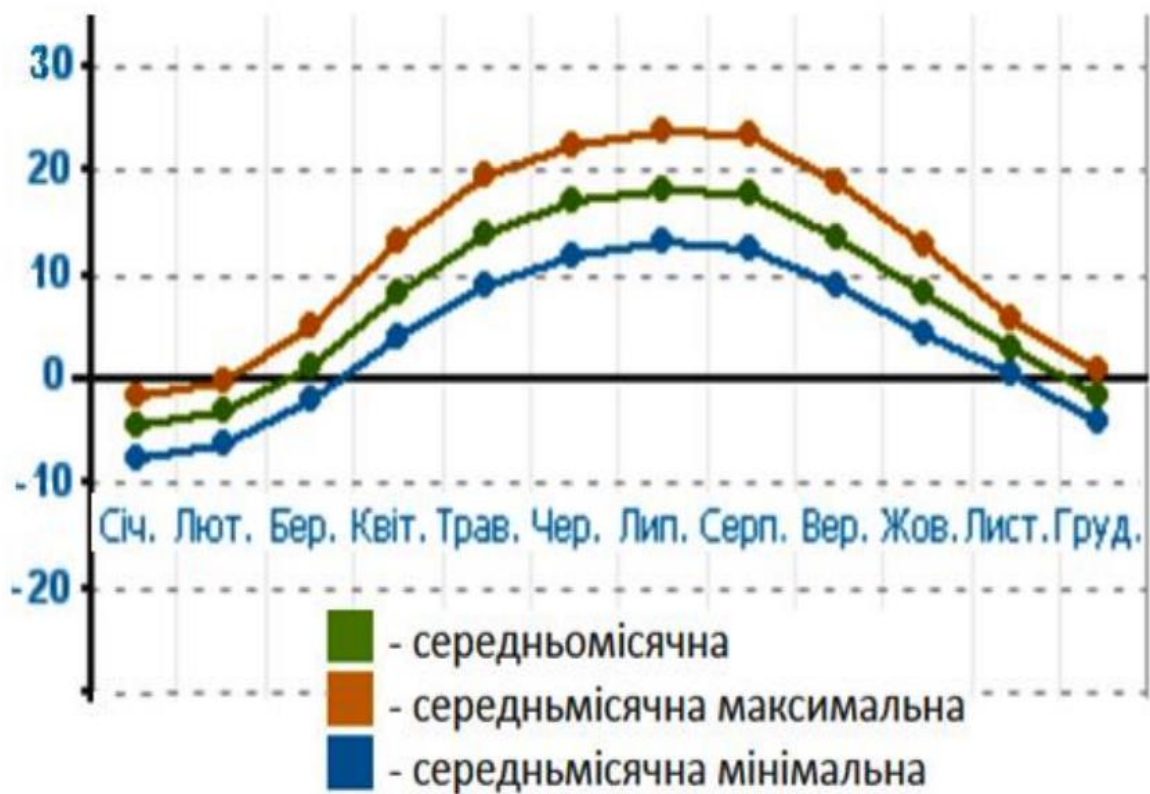


Рис. 2.3. Середня місячна максимальна й мінімальна температура повітря даними спостережень метеостанції м. Львів, °C [73, 74].



Рис. 2.4. Багаторічна місячна і максимальна кліматична норма кількості опадів (мм) за даними метеоспостережень метеостанції м. Львів [73; 74].

Зміна клімату може призвести до зростання річної кількості опадів, у січні й квітні. У важливий для культур липень місяць очікується зменшення опадів, що матиме незначний та низький впливи. Неоднорідний просторовий розподіл щорічної кількості дуже сильних опадів буде загрожувати аграрному сектору.

Водночас можливе зростання тривалості посушливих періодів до 25-43 діб. Внаслідок зміни клімату скоротиться тривалість періоду із сніговим покривом і зменшиться щорічна кількість опадів у вигляді снігу. Зросте кількість діб із снігопадом ≥ 10 мм, як і швидкість вітру.

Вже на нинішній час ріст середньорічної температури атмосфери за кліматичної норми опадів, успіхам селекції з'явилися технології вирощувати таких культури як ріпак, соняшник, зернова кукурудза і соя. Межа соєвого поясу піднімається на північ України.

Загалом природні і метеорологічні умови території, де функціонує Фермерське господарство «*****», є дуже сприятливими для отримання високих врожаїв польових культур, а саме сої (рис. 2.2 і рис. 2.3, рис. 2.4).

Від осені 2024 року до завершення вегетації (збирання) у 2025 році ми проаналізували хід середньомісячних, максимальних і мінімальних середніх температур (рис. 2.5; 2,6 та 2,7).

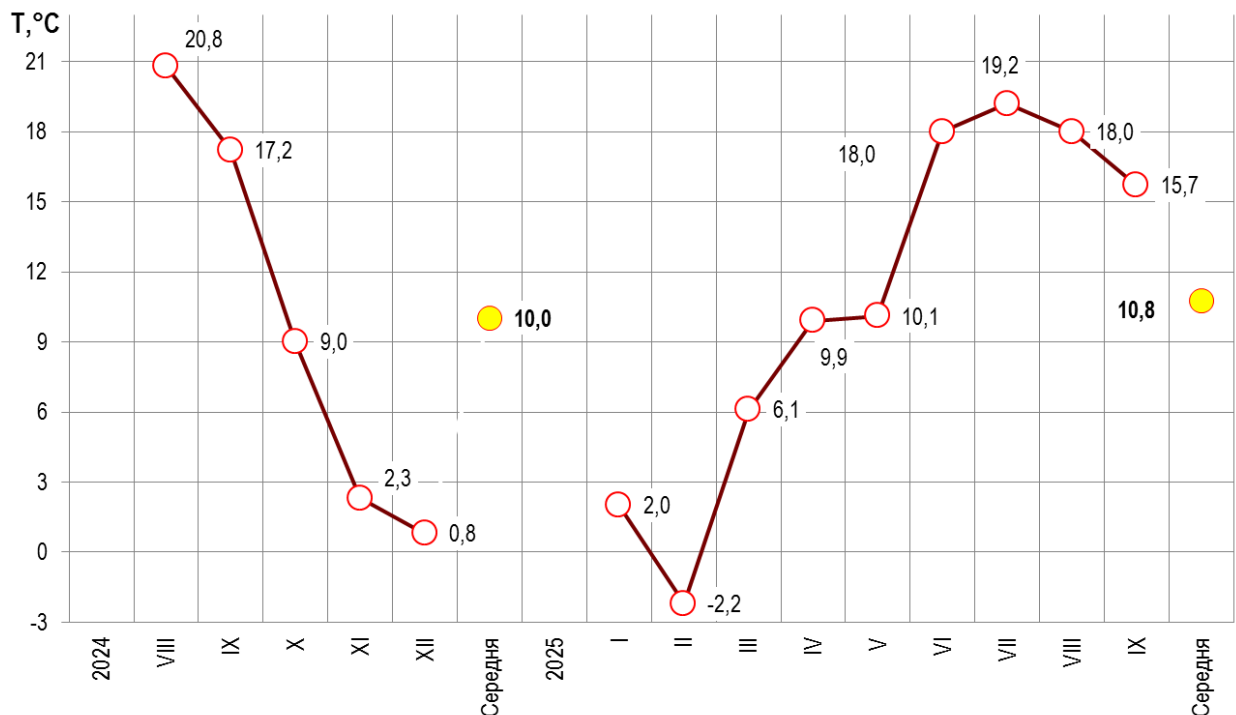


Рис. 2.7. Середньомісячна температура повітря кінця 2024 року та вегетаційного періоду 2025 року за спостереженнями метеостанції м. Львів, % [73], °C

Завершення вегетації попередника відрізнялося підвищеною середньомісячною температурою, але потім вона стрімко знижувалася, чим сприяло накопиченню вологи в ґрунті. Холодні з особливо низькими мінімальними температурами теж сприяла вологонакопиченню (рис. 2.6).

T (°C)

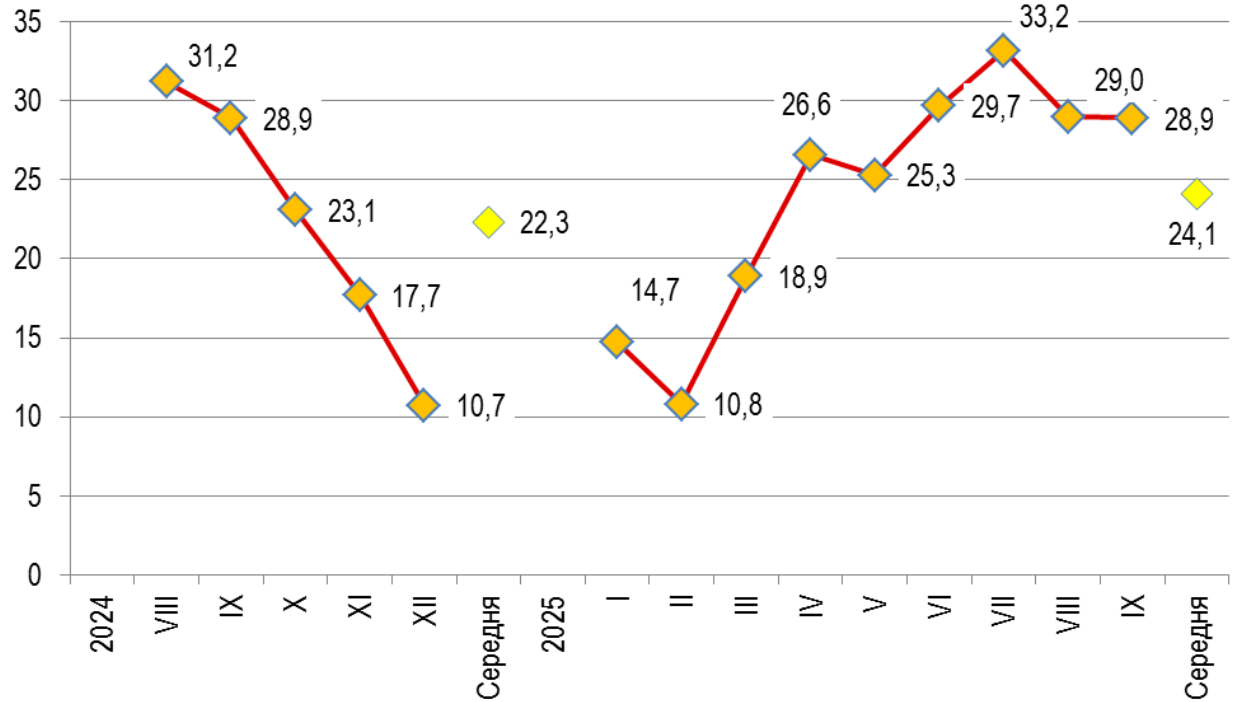


Рис. 2.5. Місячна максимальна температури повітря періоду 2024-2025 рр. за спостереженнями метеостанції м. Львів, % [73], °C

T (°C)

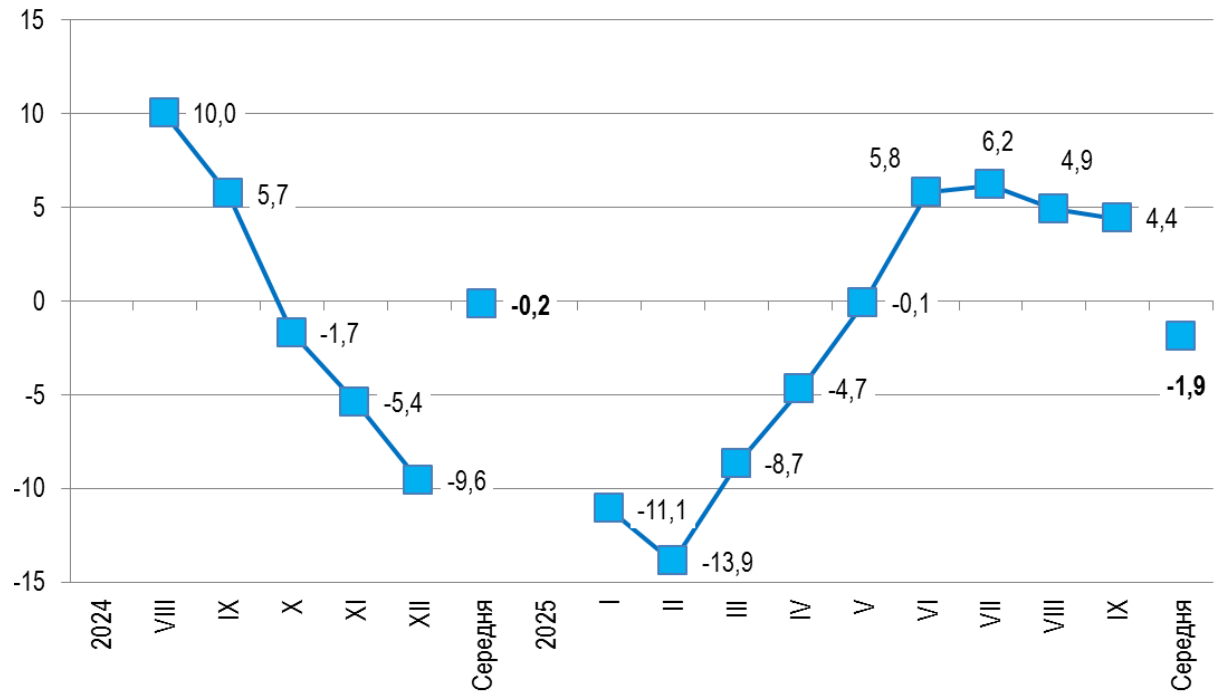


Рис. 2.6. Місячна мінімальна температури повітря періоду 2024-2025 рр. за спостереженнями метеостанції м. Львів, % [73], °C

Квітень і травень 2025 у час сівби сої дуже повільно підвищували температуру, а травень за аномально високими температурами був холоднішим за квітень (рис. 2.5). Аномально низьких температур ставало все менше (рис. 2.6).

Все це перетворило умови сівби у вкрай розтягнуті в часі. З кінця травня, у червні та липні встановилася тепла погода, стрімко зросла кількість аномально теплих днів і соя отримала поштовх до бульбочкоутворення та нормального азотного живлення.

Липень і серпень 2025 року були теплішими за кліматичну норму, що посприяло росту й розвитку сої в критичний період. Навіть у вересні місяці була тепліша за норму погода, часті аномально теплі дні та незначне зниження мінімальної температури. Це сприяло дозріванню ранніх та середньоранніх сортів сої.

У холодний період після збирання попередника до квітня місяця тримався не дуже потужний сніговий покрив, який все ж сприяв волого накопиченню (рис. 2.7).

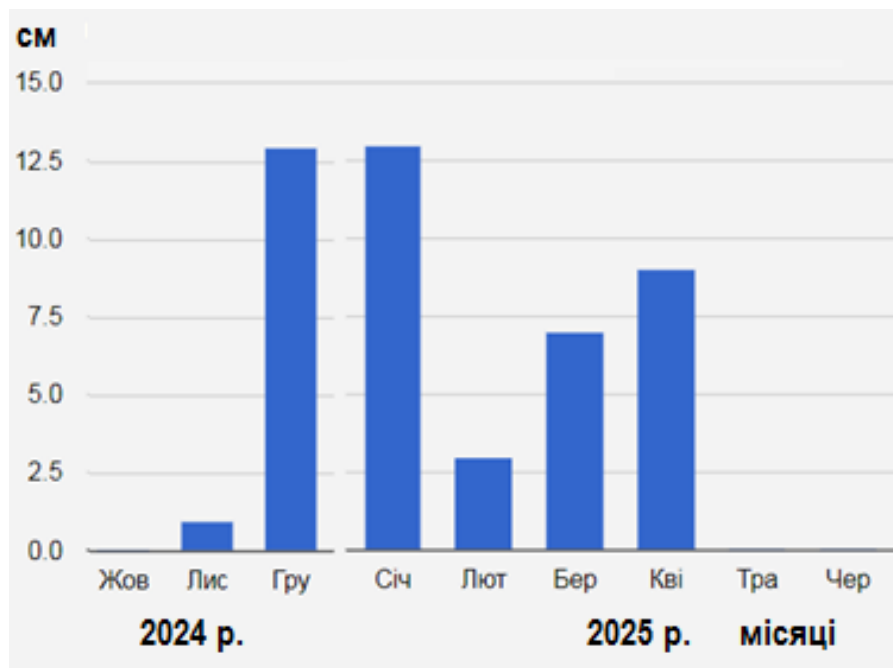


Рис. 2.7. Товщина снігового покриву у холодний період 2024-2025 рр. за даними метеостанції м. Львів, см [73, 74].

Нагромадження вологи від опадів з серпня 2024 року через зиму та до травня 2025 року тривало згідно кліматичних норм по місяцях (рис. 2.8)

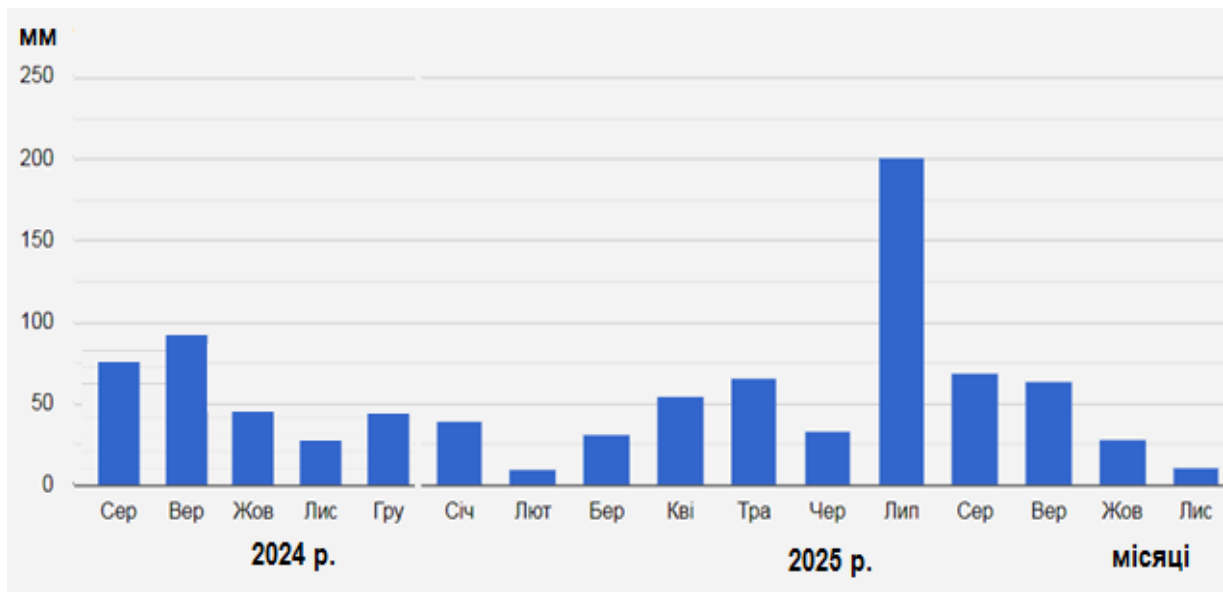


Рис. 2.8. Кількість опадів у період по вегетаційного періоду попередника в 2024 році та вегетації сої в 2025 році спостереженнями метеостанції м. Львів [73], мм

Проте червень 2025 року виявився аномально посушливим. На тлі холоду соя переживала стрес і затримку в рості й розвитку. Упродовж липня випала рекордна за багато років кількість дощів і це поповнило запаси ґрунтової вологу на всю наступну вегетацію. У серпні спостерігали нормалізацію кількості опадів, що сприяло нормальному формуванню зерна і вчасному дозріванню сої.

В районі вирощування сої панували західні, північно-західні та північні вітри у червні, у липні домінували західні вітри, котрі несли вологе повітря і сприяють швидкій і продуктивній вегетації рослин у критичний період (рис. 2.9).

Найбільша швидкість вітру в районі фермерського господарства була у січні, дещо менша – у червні та жовтні. У гарячі місяці липні та серпні вітри були мінімальними.

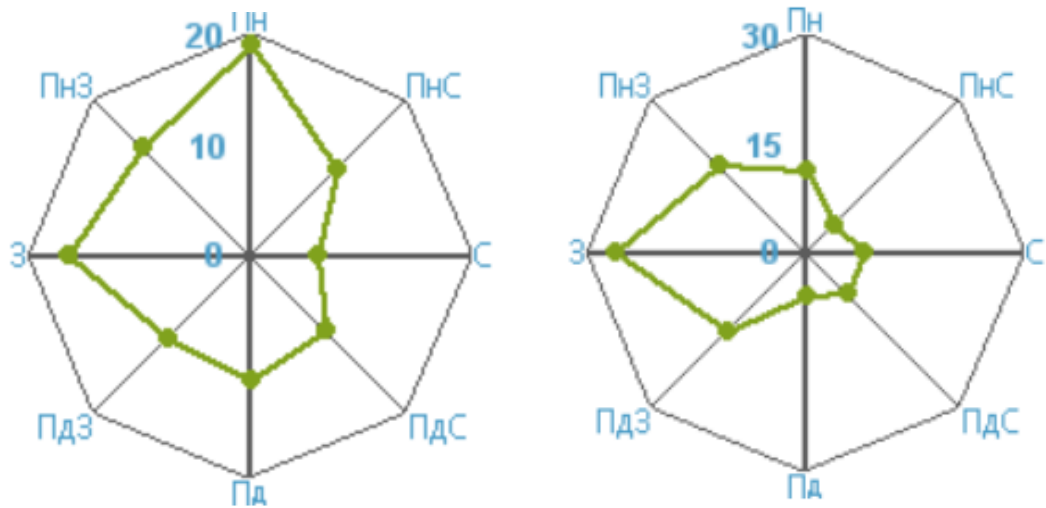


Рис. 2.9. Середня повторюваність напрямку вітрів у червні та липні за даними спостережень метеостанції м. Львів, % [73, 74].

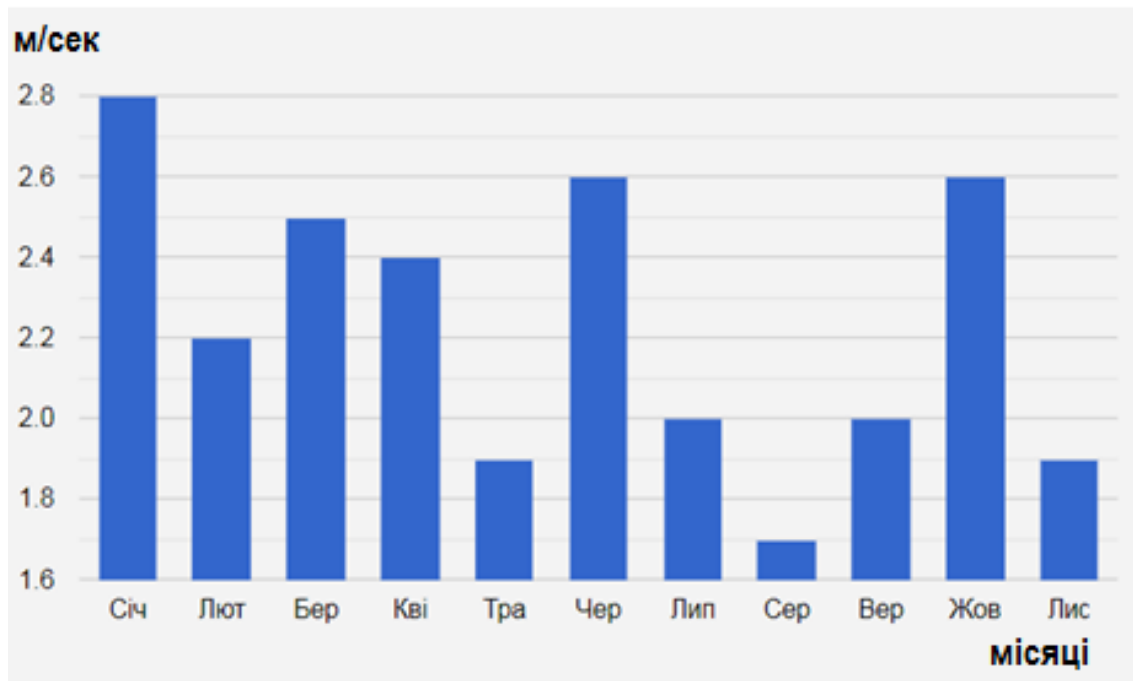


Рис. 2.10. Середня швидкість вітрів упродовж 2025 року за даними метеоспостережень метеостанції м. Львів, % [73, 74].

У підсумку гідротермічні умови вегетаційного періоду сої у нашому досліді були гіршими за попередні роки, проте кращими за середньобаторічні і загалом достатньо сприятливими для нормального росту і розвитку сої.

2.3. Аналіз ґрунтового покриву й опис ясно-сірого опідзоленого ґрунту дослідної ділянки

Опідзолені і реградовані ґрунти, до яких належать ґрунти Фермерського господарства «*****» створювалися при наявності підзолистого і гумусово-аккумулятивного типів ґрунтоутворення за участю лесиважу та оглинювання (рис. 2.11). Різний ступінь акумуляції гумусу і опідзолювання, наявність ознак попередніх етапів ґрунтоутворення, ступінь родючості надає можливість поділити ці ґрунти на групи: сильноопідзолені (ясно-сірі та сірі) та слабоопідзолені (темно-сірі ґрунти, чорноземи опідзолені).



Рис. 2.11. Ґрунтовий покрив місцевості, де проведені дослідження в умовах Лісостепу Західного на Львівщині [2]

Профілі цих ґрунтів диференційовані за елювіально-ілювіальним типом і складаються з горизонтів: лісової підстилки у цілинних лісових ґрунтів, гумусово-елювіального, елювіального у ясно сірих ґрунтів, ілювіального, перехідного ілювіального і ґрунотворної породи.

Суглинки містять переважно з пісок (> 63 мкм), мулу (> 2 мкм) і меншої кількості глини (< 2 мкм). У ваговій пропорції – це мінеральний

склад 40–40–20% концентрації пісок–мул–глина. Проте ці пропорції можуть різнитися і спричиняють різні типи суглинкових ґрунтів: супіщані, мулисті суглинки, глинисті суглинки, піщано-глинисті суглинки, мулисто-глинисті суглинки тощо.

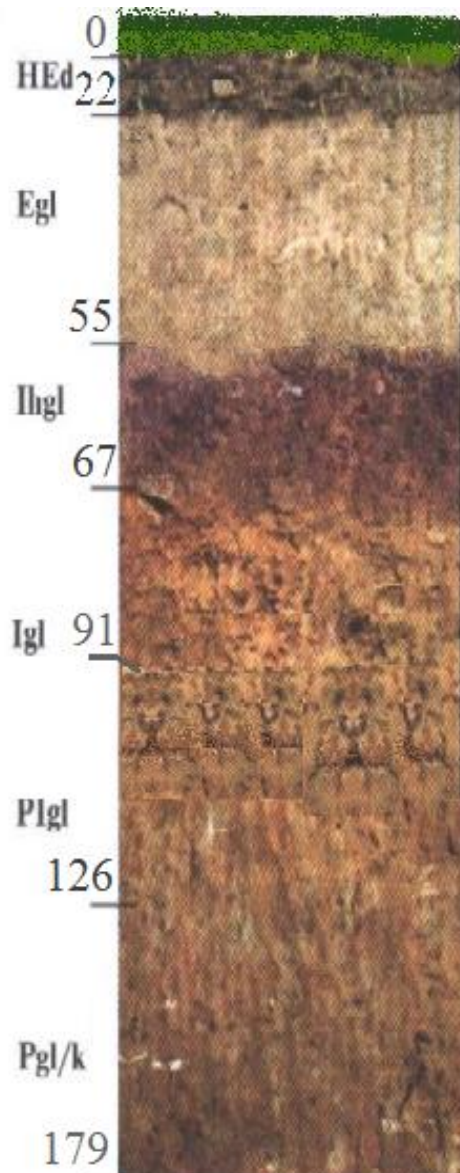
Опідзолені суглинки – це перехідні ґрунти, які зберігають ознаки суглинків складу та попелястості, а саме вимивання колоїдних часток з верхньої товщі. Їх утворення можливе виключно на лесових породах під трав'яним рослинним покривом. Ці ґрунти, зазвичай мають високий вміст гумусу (як у темно-сірих), але з ознаками вилугування.

Опідзолені породи мають легко- і середньосуглинковий гранулометричний склад. Гумусу в орних опідзолених ґрунтах міститься від 1,3 до 4,0%. Найменше гумусовані саме ясно-сірі опідзолені. Ємність поглинання найменша у ясно-сірих ґрунтів (15–18 мг-екв/100 г). Усі опідзолені ґрунти мають безкарбонатний профіль. Породи частіше карбонатні.

Ясно-сірі лісові ґрунти займають 74,6 тис. га і становлять 3,4% від площі області. Вони поширені по всій рівнинній частині Львівщини: на Сокальщині, у східному Пасмовому Побужжі, в Опіллі в Розточчі.

Ясно-сірі лісові ґрунти сформувалися на лесоподібних суглинках легкого гранскладу. Такі лісові ґрунти формуються за умов періодично-промивного режиму зволоження, поширені на вододілах, вершинах горбів, піднятих плато та їхніх схилах. Вони займаючи найвищі гіпсометричні рівні в умовах розчленованого рельєфу.

На плоских вершинах горбів і вододільних плато зі слабким дренажем ці ясно-сірі лісові ґрунти бувають оглеєні. Цей процес є наслідком перезволоження ґрунтів через близьке до поверхні залягання ґрунтових вод, або підпирання лесоподібних суглинків щільними породами. Профілю ясно-сірих поверхнево оглеєних лісових ґрунтів властива наявність трьох чітко виражених генетичних горизонтів: гумусово-елювіального HE, елювіального (Egl) та ілювіального Ihgl з переходом в Igl (рис. 2.12).



HEd – 0-22 см – гумусово-елювіальний горизонт, в цілих він розташований нижче від горизонту лісової підстилки Но і його глибина становить 10-18 см, а в освоєних - глибше, світло-сірий із сивуватим нальотом від борошнистої присипки аморфної крем'янки SiO_2 (ці ґрунти отримали свою назву завдяки забарвленню). Вміст гумусу, 1,5-2,0%.

Egl – 23-55 см, безгумусовий або дуже слабкогумусований, сивуватий, майже весь складений з присипки SiO_2 з ознаками оглеєння.

Ihgl – 56-67 см, злегка гумусовий, червоно-бурий або м'ясо-червоний, щільний, перехід поступовий, оглеєння виразно проглядається.

Igl – 68-91 см, перехідний ілювіальний, без гумусу, світло-коричневий, ущільнений, оглеєння виразне.

Plgl – 92-126 см – ілювіальний, світліший за попередній, менш щільний, з меншим виразом затьоків колоїдів, перехід поступовий.

Pgl/k – з глибини 127 см і нижче ґрунтотворна порода, як правило, лесова з карбонатним псевдоміцелієм і прожилками.

Рис. 2.12. Будова профілю ясно-сірого лісового
поверхнево оглеєного опідзоленого легкосуглинкового ґрунту
Фермерського господарства «*****»

Порушення ґрунтів – це складний комплекс антропогенних і природних впливів на зміни фізико-хімічних і гранулометричних властивостей ґрунту. Як правило, першою причиною порушення ґрунтів є механічний обробіток ґрунтів, випасання худоби, зрошення або інші зміни режиму ґрунтових і поверхневих вод, забруднення ґрунтів тощо). Руйнування

і деградація можуть багаторазово посилюватися під впливом природних чинників, наприклад, вітру, дощових потоків тощо. Тобто ґрунт – це складна і вразлива екосистема, що формувалася упродовж століть, але може бути зруйнована шляхом неправильних дій людини за лічені роки, місяці і навіть дні. За останні роки активно збільшується інтерес до аналізів ґрунтів з точки зору оцінки якості навколишнього середовища.

Забезпеченість гумусом дослідженого ґрунту середня (2,15% в HEd-горизонті), а в нижніх горизонтах він різко знижується і на глибині 55-127 см перебуває в межах 1,95-0,93% (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

**Фізико-хімічні особливості ясно-сірого опідзоленого ґрунту
дослідної ділянки**

Гори- зонт	Глибина зразка, см	Гумус, %	pH _{вод.}	Сума ввібраних основ, м- екв/100 г ґрунту	Вміст легкодоступних поживних речовин, мг/кг ґрунту		
					N	P ₂ O ₅	K ₂ O
HEd	0-22	2,15	5,7	22,0	109	127	119
Egl	23-55	1,95	5,6	17,2	87	91	91
Ihgl	56-126	1,10	5,3	14,2	59	69	78
Pgl/k	127	0,93	6,4	-	-	-	-

Реакція ґрунтового розчину pH_{вод.} слабокисла і переходить в лужну в підстилаючому горизонті. Ґрунт добре насичений основами. Сума їх у верхньому (0-25 см) шарі дорівнює 22,0 м-екв. на 100 г ґрунту. По глибині профілю сума основ не зростає, бо не збільшується насичення Ca і Mg. Більша кількість карбонатів у нижніх горизонтах нижче 127 см, та вилугування їх з верхніх. За вмістом легкогідролізного азоту ґрунт ділянки

належить до мало забезпечених; рухомого фосфору середньо- і обмінного калію – середньо забезпечених. Ясно-сірі ґрунти мають міцну водотривку структуру та хорошу потенційну родючість.

2.4. Методика феноспостережень і польового експерименту

Польовий експеримент передбачав наступну схему удобрення й інокуляції:

1. Без азоту +P₅₀K₅₀ (контроль)
2. Інокуляція+P₅₀K₅₀
3. N₄₀P₅₀K₅₀
4. Інокуляція+N₄₀P₅₀K₅₀
5. Інокуляція+N₃₀P₅₀K₅₀ +N₃₀ (листяне підживлення)

Облікова площа дослідної ділянки була 28 м², повторність досліду триразова[44]. Розміщення ділянок систематично рендомізоване (рис. 2.11)

I <u>повт.</u>	1	2	3	4	5
II <u>повт.</u>	3	4	5	1	2
III <u>повт.</u>	5	1	2	3	4

Рис. 2.11. Схема рендомізованого роззосередження ділянок в експерименті

Мінеральні добрива за схемою рендомізації ділянок вносили під передпосівну культивуацію у формі амофоски та карбаміду. На варіантах доносили також фосфорні і калійні добрива.

Зразки ґрунту і рослин відбирали перед закладанням дослідів і перед збиранням урожаю для проведення лабораторних аналізів за ДСТУ 4287 та ДСТУ ISO 11464. У рослинних зразках визначали: вміст гумусу методом Тюріна в модифікації Сімакова згідно ДСТУ 4289; активну кислотність

($pH_{\text{вод}}$) – потенціометрично, згідно ДСТУ ISO 10390; вміст рухомого фосфору і обмінного калію за методом Чирикова, увібраних основ – за методом Каппена-Гільковіца, гідролізований азот – за методом Корнфільда.

Препарат для інокуляції насіння перед сівбою вибрали ХайКот® Супер Соя. Це сучасний високодієвий інокулянт для обприскування насіння сої у рідкому виді з екстендером, який продовжує строки застосування обробленого насіння. Переваги препарату наступні, Він забезпечує у двічі більше бактерій на насініну, ніж інші препарати, збільшує кількість утворених бульбочок та покращує фіксацію атмосферного азоту. Препарат має максимальну економічну ефективність і надійність застосування. ХайКот® Супер Соя забезпечує виживання бактерій на поверхні насініни до 90 днів і повністю сумісний з протруйниками Стандак® Топ та Мерівон® Про. Облік чисельності та маси бульбочок на сої проводили за методикою монолітів, розробленою Г. С. Посипановим.

2.5. Господарсько-біологічні властивості сої сорту Васильківська

Оригінаторами сорту сої Васильківська є Селекційно-генетичний інститут, Інститут фізіології рослин і генетики НАНУ та Інститут землеробства.

Сорт створений методом покрокового індивідуального відбору з гібриду Київська 27 × Київська ранньоростигла. Гіпокотиль з антоціановим забарвленням. Тип росту детермінантний, габітус рослини прямо стійний з висотою до 90 см. Листки середні, зелені, бокові листки овальні. Квітка фіолетова. Біб коричневий, серпоподібний. Висота прикріплення нижніх бобів 15-18 см. Зернина середнього розміру, видовжена, жовта, блискуча. Рубець темно-коричневий.

Вегетаційний період сорту становить 120-136 діб. Середня урожайність за роки випробування становила в зоні Лісостепу 2,2 т/га, в зоні Полісся 2,0 т/га. Сорт стійкий до вилягання, до розтріскування, до осипання,

середньостійкий до ураження хворобами, такими як пероноспороз, септоспоріоз та аскохітоз.

Соя сорту Васильківська рекомендована для вирощування у різних природно-кліматичних умовах України, включаючи Полісся, Лісостеп і Степ (рис. 2.13).



Рис. 2.13. Посіви сої сорту Васильківська на випробувальній сортодільниці

Потенціал урожайності сорту Васильківська становить приблизно 3,0 т/га, при цьому вміст білка в насінні досягає 37-39% (рис. 2.14). Цей сорт характеризується як середньоолійний і придатний для виробництва як продовольчих, так і жирових та білкових продуктів.

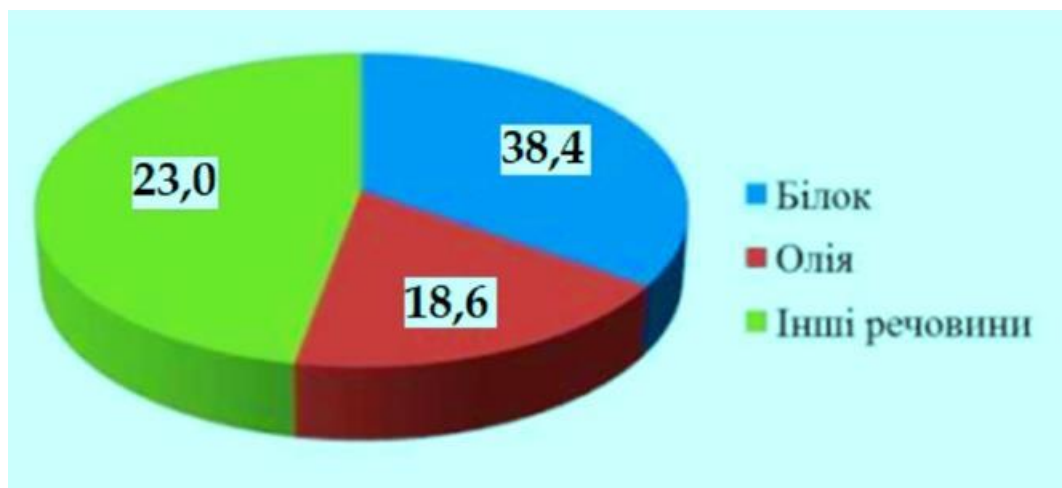


Рис. 2.14. Співвідношення вмісту важливих біохімічних компонентів в сухій масі зерна сої сорту Васильківська, %

Соя сорту Васильківська має позитивні агротехнологічні характеристики, що забезпечує стабільний вихід зерна та високу пристосованість до умов вирощування. Рекомендована густота рослин на час збирання врожаю – в межах 600-700 тис. особин на гектар. Це забезпечує оптимальний розвиток та максимальну продуктивність культури. Завдяки добрим властивостям сорт має популярність серед фермерів, орієнтованих на отримання гарантованого прибутку.

2.5. Вирощування сої в досліді на полі ФГ "*****"

Хороша підготовка ґрунту та боротьба з бур'янами є найважливішими факторами, що впливають на врожайність сої. Основою боротьби з бур'янами є вибір чистого поля. В наших експериментах ми мали попередник сої – озима пшениця. Ділянки з більшою поширеністю дводольних бур'янів, і особливо опунції, не підходять для вирощування сої.

Технологія вирощування сої була використана рекомендована для зони і типова для Лісостепу західного з метою проведення досліджень [44]. Осіння підготовка ґрунту – обробіток дисковими боролами дає кращі результати.

Системи обробітку ґрунту для сої після пшениці покращують умови передпосівної підготовки.

Підготовка ґрунту перед посівом також відіграє тут певну роль. Обробіток ґрунту після збирання попередньої культури зазвичай зменшує кількість багаторічних бур'янів до допустимої межі. Небажано знищувати багаторічні бур'яни нищити шляхом культивації навесні, оскільки це дозволить насінню бур'янів з нижніх шарів прорости.

Найважливішим періодом для боротьби з гербіцидами є перші 50 днів вегетації, тобто період, коли поле не вкрите рослинами сої. Початковий ріст культурних рослин повільний, і протягом цього періоду вони мають низьку конкурентну здатність проти бур'янів.

Важливою є інокуляція насіння сої інокулянтном. Азот, зв'язаний бактеріями безпосередньо для сої, на відміну від азоту, що надходить у ґрунт, недоступний для бур'янів і таким чином знижує їхню конкурентоспроможність. Для сої зареєстровано лише кілька досходових гербіцидів.

Післясходові гербіциди – це лише грамінециди. Вибираючи гербіцид, ми повинні враховувати не тільки ефективність проти бур'янів, але й токсичність для рослин сої. Відносно найсильніше затримування росту сої викликає діюча речовина, яка міститься в препаратах. При вищих дозах препаратів вплив на сою є більш токсичним. Менш токсичними є препарати з активною речовиною ацетохлор або метолахлор.

У фазі 2-3 листочків сої поле обробляли гербіцидами для знищення дводольних бур'янів (Набоб 2 л/га або Флагман екстра 1,8 л/га) та злакових (Фюзілад форте 1,0 л/га або Квін Стар Макс 1 л/га) бур'янів. Під час вегетації рослин сої проводили 1–2 обробітки ґрунту в рядках (рис. 2.15).

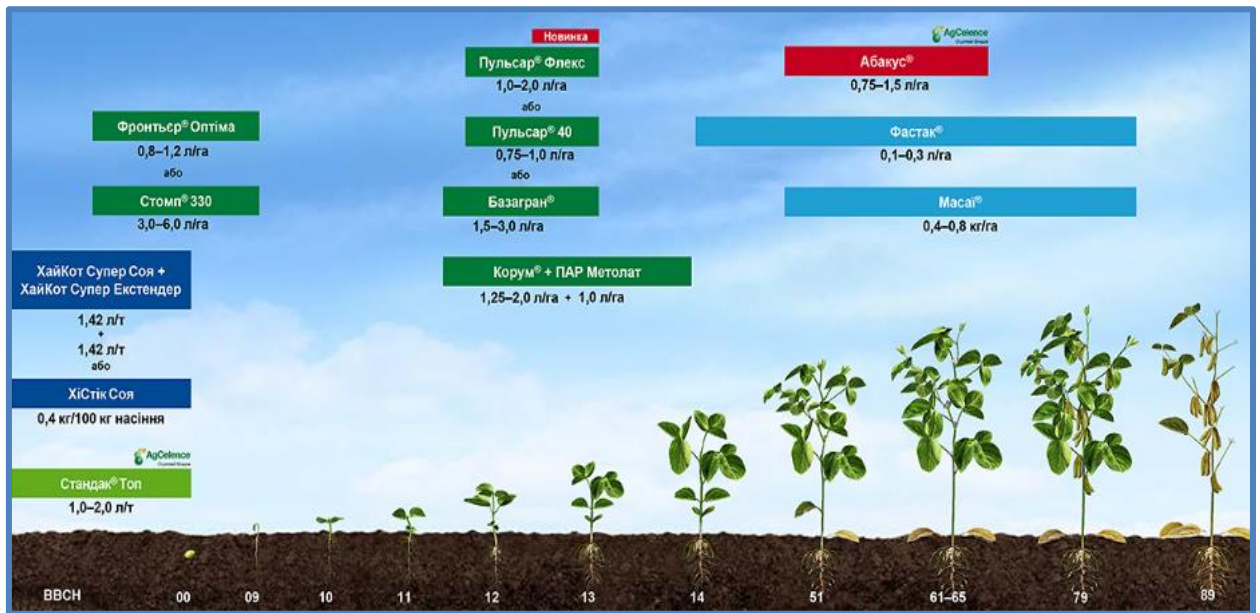


Рис. 2. 15. Технологія, яка застосована для хімічного захисту сої на полі ФГ "*****"

Метою є зменшення впливу стресових факторів на ріст і розвиток сої. Важливими характеристиками, на які впливають прийоми за допомогою стимуляторів росту, є, перш за все, висота перших стручків, а також кількість стручків на рослину або вміст хлорофілу в листках. Щороку, принаймні на короткий час, виникають стресові фактори, такі як сильно вищі або нижчі за середні температури, посуха, пошкодження гербіцидами, погана доступність поживних речовин. Стимулятори росту впливають на врожайність та якість продукції.

Молоді рослини найчастіше уражаються після появи сходів, коли уражається коренева шийка, яка перезволожується, чорніє та звужується. У місці цього звуження рослина втрачає свою міцність та ламається. Хвороба виникає спалахами. Існує багато збудників хвороби. Це комплекс грибкових поліфагів, які вражають проростаючі рослини. До них належать *Olpidium brassicae*, *Rhizoctonia solani*, *Pythium debarianum*, *Phoma lingam*, *Alternaria brassicae*, *Botrytis cinerea* та інші. Вони виживають у ґрунті на рослинних рештках та у вигляді ооспор, або потрапляють у ґрунт із зараженим насінням.

Однак симптоми на рослинах можуть бути різними. Може бути уражений гіпокотиль молодих рослин, утворюючи водянисту пляму, яка згодом стає коричневою та чорною. Система захисту передбачала: передпосівну обробку насіння препаратом Стандак Топ (1,2 л/т) одночасно з інокуляцією препаратом ХайКотСупер Соя (1,42 л/га). Від шкідників і хворіб застосовували препарати ПіренексСупер (0,6 л/га) та Абакус (1 л/га) + «Інтермаг-Соя» (2 л/га) у фазі квітування сої.

Для збирання сої очікували її повне дозрівання. Повне дозрівання наступало в вересні – за обпадання листя і побуріння стебел і бобів.

Сою збирали прямим комбайнуванням з низьким підбором (60-70 мм), щоби запобігти втратам.

Розділ 3

ВПЛИВ ПОЄДНАННЯ МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ ТА ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ НА ВРОЖАЙ СОЇ І ЯКІСТЬ ЗЕРНА (результати досліджень)

3.1. Вплив добрив на агрохімічні показники ясно-сірого опідзоленого ґрунту

Сої має доволі розвинуту кореневу систему і великі можливості засвоювати поживні речовини за сприятливих умов.

Науковці вважають що сою можна успішно вирощувати повсюдно, де їй підходять ґрунтові та кліматичні умови, за дотримання технології і системи удобрення, від вибору відповідного сорту до гарантованого продажу продукція із певною якістю [6, 7, 20].

Правильне удобрення сої потрібне для активного росту. Важливо забезпечити рослині відповідні умови перед посівом. Ось чому так важливо удобрювати сою. Перед сівбою вносять у ґрунт багатокomпонентні мінеральні добрива. Залежно від типу ґрунту, добрива слід вносити восени або навесні в дозі, що відповідає вегетаційному періоду сорту, класу ґрунту та іншим індивідуальним параметрам.

Гумусованість орного шару є основним критерієм для визначення потенційної родючості ґрунтів і придатності їх під сою. Ясно-сірі опідзолені ґрунти, зазвичай, є мало- або середньо гумусними, але добрими за фізичними й хімічними показниками.

Агрохімічними аналізами у критичній фазі розвитку бутонізації-цвітіння сої ми встановили вплив рівня удобрення сої на вміст гумусу в ясно-сірому опідзоленому ґрунті (табл. 3.1). Як свідчать дані в таблиці 3.1, внесені норми мінеральних добрив на сої не мали вагомego впливу на вміст гумусу в

ґрунті за разового застосування. На контрольному варіанту запас гумусу становив 2,15%.

Таблиця 3.1

**Вплив рівня удобрення та інокуляції сої на вміст гумусу в ґрунті
дослідної ділянки, %**

Варіант досліджу	Середній вміст гумусу, %	+/- % до контролю
Без азоту +P ₅₀ K ₅₀ (контроль)	2,15	-
Інокуляція+P ₅₀ K ₅₀	2,19	0,04
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	2,24	0,09
Інокуляція+N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	2,29	0,14
Інокуляція+N ₃₀ P ₅₀ K ₅₀ +N ₃₀ (листяне підживлення)	2,39	0,24

Внесення мінеральних добрив в нормі N₄₀P₅₀K₅₀ мало збільшували вміст гумусу до 2,24% або на 0,09%. Збільшення рівня мінерального живлення до N₆₀P₅₀K₅₀ спричинює ріст вмісту гумусу відносно контролю на 0,24%. Інокуляція без азотного удобрення підвищила вміст гумусу на 0,04%, а на фоні 40 кг д. р. азоту його вміст зростав ще на 0,1%

Соя дуже негативно реагує на реакцію ґрунтового розчину рН. Оптимальними для вирощування для неї є ґрунти з нейтральною реакцією (рН_{вод.} 6,2-7,2), тому соя є надзвичайно вразливою до зміни рівня рН у бік підкислення. За рН_{вод.} нижче рівня 5,5 середовище пригнічує розвиток азотфіксуювальних різобій і порушується ростові процеси та розвитку рослин, оскільки погіршуються темпи забезпечення живлення азотом [36, 20]. Тому, ґрунтові умови, а саме пористість і вологість ґрунту, а особливо показник рН ґрунтового розчину, мають визначальну роль у успішній технології

отримання зерна сої. Тому ми досліджували вплив мінерального удобрення та інокуляції на показники рН на різних варіантах (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Вплив рівня удобрення та інокуляції сої на зміну реакції ґрунту до початку бутонізації

Варіант досліджу	рН _{вод.}	+/- до контролю
Без азоту +P ₅₀ K ₅₀ (контроль)	5,71	-
Інокуляція+P ₅₀ K ₅₀	5,69	-0,02
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	5,56	-0,15
Інокуляція+N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	5,56	-0,15
Інокуляція+N ₃₀ P ₅₀ K ₅₀ +N ₃₀ (листяне підживлення)	5,37	-0,32

Результати аналізів показали, що підкислення рН_{вод.} відбувається навіть за мінімальної норми азотних мінеральних добрив N₄₀P₅₀K₅₀. На контрольних варіантах, де добрива не вносили рівень рН_{вод.} становив 6,71. Інокуляція насіння не впливає на реакцію ґрунту. Удобрення сої підвищеною нормою азотних мінеральними добривами у два прийоми N₃₀₊₃₀P₅₀K₅₀ змінювало показник рН_{вод.} до 5,37, що на 0,32 більше, ніж на контролю без азотних добрив.

Соя потребує більше вмісту поживних елементів в ґрунті, адже для формування одиниці врожаю вимагає значно більше поживних речовин, ніж для озимої пшениці і інших зернових та зернобобових культур [38, 51].

Результати дослідження у фермерському господарстві ФГ "*****" показують вплив норм азотного мінерального удобрення на динаміку доступних легкогідролізного азоту в ґрунті (табл. 3.3). На ділянках без азоту

вміст доступного азоту впродовж всього вегетаційного періоду зменшувався зі 109 мг/кг ґрунту до 105 мг/кг, а саме на 2 мг.

Таблиця 3.3

**Веgetаційна динаміка вмісту легкогідролізного азоту,
залежно від рівня азотного мінерального удобрення сої, мг/кг**

Варіант досліджу	До закладання досліджу	Фази росту і розвитку рослин				
		сходи	бутонація	цвітіння	утворення бобів	достигання насіння
Без азоту +P ₅₀ K ₅₀ (контроль)	109	112	118	120	112	105
Інокуляція+P ₅₀ K ₅₀	109	116	122	128	125	112
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	109	118	126	129	129	115
Інокуляція+N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	109	121	122	129	128	118
Інокуляція+N ₃₀ P ₅₀ K ₅₀ +N ₃₀ (листкове підживлення)	109	121	128	133	128	120

Найбільш інтенсивне споживання азоту рослинами сої триває в критичний період цвітіння – достигання зерна. Проте, інокуляція насіння та застосування N₃₀P₅₀K₅₀ під культивування N₃₀ у листкове підживлення сприяли збереженню й поліпшенню запасів доступного азоту до збирання врожаю. Якщо на початку вегетації до внесення добрив вміст легко гідролізного азоту становив 109 мг/кг, то на час збирання після застосування добрив та інокуляції він залишався на 0,11 мг/кг більшим.

Отже, внесення під культуру азотних, фосфорних та калійних добрив мінеральних добрив заощаджує засвоєння азоту із ґрунтових ресурсів через

використання їх із синтетичних речовин. Це сприяє збереженню родючості ґрунту.

Удобрення сої з осені $P_{50}K_{50}$ позитивно вплинуло на вміст рухомих фосфатів (табл. 3.4) та обмінної форми калію в ґрунті (рис. 3.5).

Таблиця 3.4

Вплив систем удобрення сої на вміст рухомого фосфору в ґрунті до завершення вегетації сої, мг/кг

Варіант досліджу	Вміст фосфатів, мг/кг ґрунту	
	до закладки досліджу	достигання сої
Без азоту + $P_{50}K_{50}$ (контроль)	127	129
Інокуляція + $P_{50}K_{50}$	127	138
$N_{40}P_{50}K_{50}$	127	128
Інокуляція + $N_{40}P_{50}K_{50}$	127	139
Інокуляція + $N_{30}P_{50}K_{50}$ + N_{30} (листяне підживлення)	127	130

За системи фосфорно-калійного удобрення сої, де азоту не вносили, вміст рухомого фосфору (за Чириковим) практично не змінився і становив 129 мг/кг ґрунту. Оскільки врожай та винесення поживних речовин не були високими, виснаження ґрунту не відбулося.

Інокуляція сої на фоні $P_{50}K_{50}$ сприяла збагаченню ґрунту фосфатами завдяки активізації азотного живлення та мікробіотичних процесів в екосистемі.

Додавання 40 кг азоту перед сівбою до фосфорно-калійного фону з осені. Без інокуляції виснажувало ґрунт найбільше. Проте, інокуляція у поєднанні з внесенням $N_{40}P_{50}K_{50}$ забезпечила найбільше збагачення ґрунту рухомими фосфатами у досліді – до 139 мг/кг, що на 12 мг перевищило стартовий запас фосфатів до закладання досліджу.

Передпосівне внесення N_{30} з інокуляцією азотобактерій ним препаратом та підживлення перед квітуванням N_{30} на фоні $P_{50}K_{50}$ спричинило активніше виснаження ґрунту на рухомі фосфати.

Система удобрення мінералами добривами без азоту на фоні $P_{50}K_{50}$ спричинило деяке виснаження ґрунту за вегетацію сої – на 8 мг/кг (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Вплив систем удобрення сої на вміст обмінного калію в ґрунті
до завершення вегетації сої, мг/кг

Варіант досліджу	Вміст обмінного калію, мг/кг ґрунту	
	до закладки досліджу	достигання сої
Без азоту + $P_{50}K_{50}$ (контроль)	119	111
Інокуляція + $P_{50}K_{50}$	119	125
$N_{40}P_{50}K_{50}$	119	114
Інокуляція + $N_{40}P_{50}K_{50}$	119	123
Інокуляція + $N_{30}P_{50}K_{50}$ + N_{30} (листяне підживлення)	119	123

Негативний баланс калію спричинило внесення повного мінерального добрива $N_{40}P_{50}K_{50}$. Всі інші системи удобрення забезпечували позитивний баланс калію і соя не виснажувала ґрунт навіть за підвищення врожаю зерна.

Отже, системи мінерального удобрення сої у поєднання з інокуляцією насіння препаратом ХайКот® Супер Соя, незважаючи на збільшення врожаїв, не виснажували ґрунт на поживні речовини, а навіть дещо підвищували. Це позитивно позначається на наступній культурі в сівозміні, або на сої, якщо вона буде повторно розміщена на цьому ж полі наступного року.

3.2. Вплив азотних мінеральних добрив та інокуляції на симбіотичну активність сої

Від фази сходів до початку цвітіння соя не вибаглива до забезпечення поживними речовинами. У цей період основну роль відіграє волога і тепло. Приблизно 60% поживних речовин необхідних від квітування до формування бобів. Врожайність до збирання визначається саме в цій фазі.

Rhizobium – препарат для обробки насіння сої. Це штам бульбочкових бактерій, ретельно відібраний для повноцінної підтримки розвитку цієї конкретної рослини. Симбіоз між бактеріями та соєю приносить значні переваги, забезпечуючи рослині доступ до азоту, що є вирішальним для розвитку врожаю. Окрім покращення як врожайності, так і якості, *Rhizobium* також сприяє удобренню ґрунту, що є безцінним для сільськогосподарських культур. Препарат можна використовувати як для протруювання насіння, так і для обприскування вже зростаючих рослин [15; 55].

До 80% потреб сої в азоті задовольняють ризобії. Ці бактерії фіксують атмосферний азот і роблять його доступним для рослини. Решту своїх потреб у азоті соя задовольняє шляхом природної мінералізації в ґрунті. Як внесення мінерального азоту, так і внесення органічних добрив може погіршувати розвиток ризобіїв і таким чином негативно впливати на врожайність і вміст білків.

У період квітування, в кінці червня, коренева система сої має від 20 до 45 бульбочок на рослину. Цього вистарчає для доброго забезпечення рослини сої азотом (рис. 3.3). Більше бульбочок вже «працюють» на наступну культуру і є не обов'язкові для збільшення врожаю сої [32, 48, 49].

Підсумки наших досліджень підтверджують значний вплив елементів технології. Удобрення вплинуло на формування бактерійного симбіозу сої, (табл. 3.4). Чисельність функціональних бульбочок у кореневій системі сої змінювалася, залежно від норми азоту та інокуляції насіння.

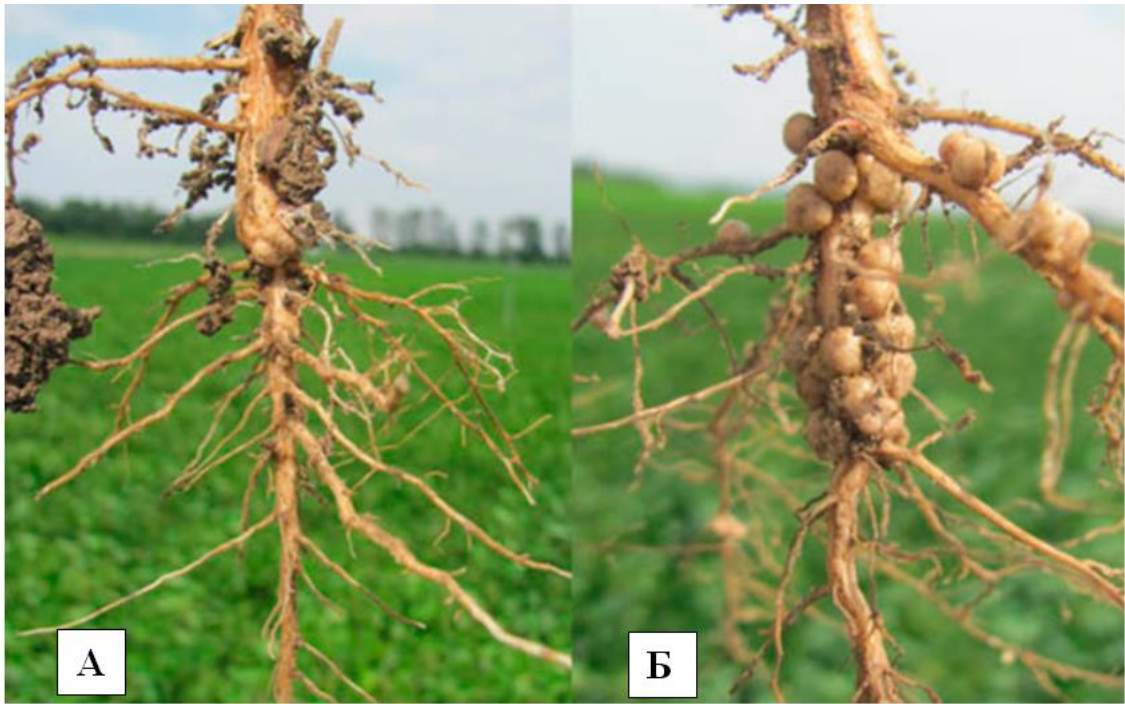


Рис. 3.3. Інтенсивність бульбочкоутворення симбіотичного апарату без азотного удобрення (Б) та за надмірного азотного удобрення (А).

На неудобреному азотом варіанті на фосфорно-калійному фоні та за системи удобрення $N_{40}P_{50}K_{50}$ без інокуляції формувалася найменша чисельність бульбочок – 20,2-22,1 одиниць у фазі бутонізації. У фазі цвітіння рослин сої вже було 28,3-29,5 одиниць. Внесення під передпосівну культивуацію повних мінеральних добрив $N_{40}P_{50}K_{50}$ спричинило формування найменшої в досліді кількості здорових бульбочок упродовж найважливіших фаз.

Найбільше активних бульбочок соя формувала за інокуляції насіння, але максимального рівня було досягнуто за системи дворазового азотного удобрення у поєднання з інокуляцією насіння – 39,8 одиниць на рослині. Проте, дуже мало відрізнявся варіант, де застосували інокуляцію на фосфорно-калійному фоні добрив $P_{50}K_{50}$.

Мінеральні добрива та інокулянт також збільшували сукупну масу бульбочок (табл. 3.6). Найменшою вона встановлена за відсутності інокуляції на фоні $P_{50}K_{50}$. За масою найбільшу кількість здорових бульбочок

утворювали рослини за інокуляції + $N_{30}P_{50}K_{50}$ + N_{30} (листяне підживлення) (рис. 3.4).

Таблиця 3.6

Чисельність і маса функціональних бульбочок на кореневій системі сої, залежно від фази вегетації

Варіант досліджу	Чисельність здорових бульбочок, одиниць		Маса здорових бульбочок, г	
	бутонізація	квітування	бутонізація	квітування
Без азоту + $P_{50}K_{50}$ (контроль)	22,1	29,5	0,19	0,55
Інокуляція + $P_{50}K_{50}$	26,3	39,1	0,35	0,69
$N_{40}P_{50}K_{50}$	20,2	28,3	0,25	0,61
Інокуляція + $N_{40}P_{50}K_{50}$	25,1	37,6	0,39	0,69
Інокуляція + $N_{30}P_{50}K_{50}$ + N_{30} (листяне підживлення)	27,1	39,8	0,38	0,70

Таким чином, удобрення сої мінеральними добривами в нормі $N_{40}P_{50}K_{50}$ не збільшувало масу активних бульбочок. Підвищення норми азотних добрив до N_{30} + N_{30} (листяне підживлення) у поєднанні з інокуляцією сприяє подальшому збільшенню маси бульбочок.

Отже, інокуляція та системи мінерального живлення вагомо впливають на формування здорового симбіотичного апарату сої. Найефективнішим

виявився рівень мінерального живлення $N_{30+30}P_{50}K_{50}$ з інокуляцією насіння, за якого розвивалася найбільша чисельність здорових функціональних бульбочок і найбільша їх маса.



Рис. 3.4. Вигляд азотфіксуючого апарату у сої Васильківська у фазі побуріння бобів за інокуляції насіння ХайКот® Супер Соя та оптимальної норми азотного удобрення.

3.3. Висота рослин та прикріплення бобів у сої залежно від інокуляції та системи удобрення

Рослина сої сорту Васильківська досягає висоти 85-95 см і утворює боби довжиною від 3 до 5 см, кожен з яких містить від 2 до 3 зернин – залежно від сорту [60]. Вони бувають білими, жовтими, зеленими, коричневими, фіолетовими або чорними [27].

Біометричні дослідження у ФГ «*****» в нашому експерименті показали, що сорт Васильківська досягає максимальної висоти за інокуляції та норми мінерального удобрення + $N_{30}P_{50}K_{50}$ + N_{30} (листяне підживлення). Рослини на 5 см вищі, ніж на фосфорно-калійному фоні $P_{50}K_{50}$ без інокуляції насіння (табл. 3.7). Вагомо вплинули як на висоту рослин усі варіанти добрив

у поєднанні з обробленням насіння азотбактерійним препаратом ХайКот® Супер Соя. Суто мінеральне удобрення з додаванням азоту дещо обмежувало ріст сої у висоту.

Таблиця 3.7

Вплив інокуляції насіння сорту Васильківська та норм азотного мінерального удобрення на висоту рослин сої, висоту прикріплення нижніх бобів та густоту рослин

Варіант досліджу	Висота, см		Густота, особин на гектар	
	рослини у фазі квітування	прикріплення нижнього боба	у фазі повних сходів	у фазі квітування
Без азоту + P ₅₀ K ₅₀ (контроль)	82	15	90	85
Інокуляція + P ₅₀ K ₅₀	84	17	93	89
N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	80	13	92	86
Інокуляція + N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	85	16	95	89
Інокуляція + N ₃₀ P ₅₀ K ₅₀ + N ₃₀ (листяне підживлення)	87	18	95	90

Прикріплення нижніх бобів встановлено найвищим варіанті з інокуляцією ХайКот® Супер Соя та нормою мінерального удобрення + N₃₀P₅₀K₅₀ + N₃₀ (листяне підживлення) (табл. 3.4). Мінеральне удобрення

$N_{40}P_{50}K_{50}$ без інокуляції з додаванням азоту дещо обмежувало знижувало висоту прикріплення нижнього боба на 2-5 см.

Досліджувані системи мінерального удобрення сої забезпечували дружні сходи і високу густоту рослин. Так до фази квітування інокуляція насіння препаратом ХайКот® Супер Соя на різних – азотних і фосфорно-калійних фонах, підтримувала густоту рослин до фази квітування на рівні 89-90 особин на гектар. Виключення інокуляції на фоні $N_{40}P_{50}K_{50}$ спричинило формування густоти на рівні контролю без азоту та без інокуляції.

Отже, інокуляція препаратом ХайКот® Супер Соя та норми азотного мінерального живлення впливають на морфологічні параметри рослин та їх густоту. Внесення N_{30+30} (у листкове підживлення) на фоні $P_{50}K_{50}$ підтримує найкращий ріст сої і густоту рослин. Сформована оптимальна густота рослин сої сповільнює поширення бур'янів у полі.

3.4. Вплив інокуляції препаратом ХайКот® Супер Соя та норми азотного мінерального удобрення на урожай зерна сої

Оптимальне живлення сої є дієвим важелем технології, який забезпечує підвищення урожайності сортів сої на 70-80% [29; 30]. Одна тонна зібраного зерна сої виносить з ґрунту 90 кг азоту, 40 кг фосфору і 25 кг калію. Для підвищених врожаїв зерна рекомендують внесення як мінеральних добрив нормою $N_{25-50} P_{60-90} K_{45-80}$ так і інокуляцію насіння. Фосфорно-калійні добрива розкидають разом з гноєм під зяблеву оранку, а азотні добрива разом з передпосівної культивуації. Соя дуже добре реагує на збільшенням врожаю на підживлення мікроелементами молібденом і бором, а також амофосу в міжряддя [10;11; 18].

Удобрення сої різні автори [18; 35; 34; 39; 40] трактують по своєму. Перед сівбою рекомендують 50-70 кг/га P_2O_5 , 80-100 кг/га K_2O , азотні добрива – початкова доза: 20-30 кг/га та близько 30 кг/га на початку цвітіння;

фосфорні та калійні добрива восени або ранньою весною; вапнування полів з рН нижче 5,5; удобрення мікроелементами: бором, молібденом, марганцем.

Умовах ФГ "*****" наш експеримент показав, що інокуляція препаратом ХайКот® Супер Соя та збалансоване азотно-фосфорно-калійне мінеральне удобрення вагомо впливає на рівень урожайності зерна сої (табл. 3.8). На варіанті без внесення азотних добрив та без інокуляції урожай зерна сої був найменшим - 3,00 т/га. Удобрення культури мінеральними добривами в нормі $N_{40}P_{50}K_{50}$ збільшило урожай насіння сої до 3,20 т/га, а за застосування інокулянта ХайКот® Супер Соя – до 3,70 т/га, або 6,7%.

Таблиця 3.8

Вплив систем мінерального удобрення та інокуляції на урожай зерна сої

Варіант досліджу	Урожай зерна, т/га	Надвишка врожаю від інокуляції,		Надвишка врожаю від норми азоту	
		т/га	%	т/га	%
Без азоту + $P_{50}K_{50}$ (контроль)	3,00	-	-	-	-
Інокуляція + $P_{50}K_{50}$	3,61	0,61	20,3	-	-
$N_{40}P_{50}K_{50}$	3,20	-	-	0,20	6,7
Інокуляція + $N_{40}P_{50}K_{50}$	3,70	0,50	23,3	-	-
Інокуляція + $N_{30}P_{50}K_{50}$ + N_{30} (листяне підживлення)	3,98	-	-	0,98	32,7
HP_{05} , т/га - %	0,17 - 2,91%				

Збільшення норми азотних добрив на фоні фосфорно-калійних $P_{50}K_{50}$ за рахунок листового підживлення у фазі бутонізації, коли формування

бульбочкового азотфіксувального апарата досягло піку, сприяла найвагомішому збільшенню урожаю сої до 3,98 т/га. Це на 32,7% більше, ніж на контролі без азотних добрив та без інокуляції.

Включення інокуляції препаратом ХайКот® Супер Соя як на суто фосфорно-калійному, так і на повному мінеральному удобренні сприяло надвищці врожаю 20,3-23,3% до контролю $P_{50}K_{50}$.

Отже, у Лісостепу Західному на ясно-сірому лісовому поверхнево оглеєному опідзоленому легкосуглинковому ґрунті, який не відзначається високою родючістю, рівень азотного мінерального удобрення має вагоме значення для сої. Проте тільки інокуляція препаратом ХайКот® Супер Соя та збалансоване азотно-фосфорно-калійне мінеральне удобрення $N_{30}P_{50}K_{50} + N_{30}$ (у листкове підживлення) забезпечують найвищий врожай зерна у сорту сої Васильківська.

Внесення $N_{40}P_{50}K_{50}$ без інокуляції забезпечувало мінімальну прибавку врожаю 0,20 т/га відносно контролю $P_{50}K_{50}$ без інокуляції.

3.5. Економічні й енергетичні переваги інокуляції та систем удобрення сої

Економічна оцінка вигоди від вирощування сої показує, що прибутковість цього бізнесу висока. Вирощування є прибутковим навіть без субсидій, а це означає, що фермери можуть очікувати прибутку від продажу своєї культури. Витрати на вирощування сої компенсуються вартістю врожаю, який становить приблизно 2 т/га. Однак у Лісостепу Західному можна досягти врожайності 3-4 т/га і більше, що дозволяє отримувати ще більший прибуток від вирощування цієї культури.

Окрім прибутку, що безпосередньо виникає від виробництва зерна, на прибутковість вирощування сої також впливають додаткові економічні вигоди. Одним із таких чинників є фіксація азоту бульбочковими бактеріями, які взаємодіють з бобовими культурами. Цей процес збагачує

грунт азотом, який необхідний для росту та розвитку інших рослин. Це знижує витрати на удобрення цим елементом наступних культур.

Ще одним аспектом, що впливає на прибутковість вирощування сої, є покращення структури ґрунту. Соя має глибоку кореневу систему, яка допомагає розпушувати ґрунт та збільшувати його проникність. Це робить ґрунт більш сприятливим для рослин наступного посіву, що може призвести до збільшення врожайності культур.

Варто також зазначити зростаючий попит на сою, як всередині країни, так і за кордоном. Соя використовується як джерело білка в харчовій та кормовій промисловості, а також як сировина для виробництва біопалива. Збільшений попит на сою може сприяти зростанню цін, що, у свою чергу, вплине на прибутковість вирощування сої. [41, 43].

Соя задовольняється малими нормами азотних добрив або інокуляцією, так як забезпечує себе азотфіксацією з атмосфери. Основним критерієм удобрення є необхідність вирощування високих врожаїв зерна культури та її економічна ефективність [75].

Нашому економічний розрахунок показав, що збільшення вартості продукції є пропорційним до зростання урожаю (табл. 3.6). Максимальна вартість вирощеної зернової продукції (71640 грн) отримана за інокуляції насіння та внесення $N_{30}P_{50}K_{50} + N_{30}$ (листяне підживлення) мінерального добрива. Порівняно з варіантом без добрив вартість продукції збільшилася на третину.

Умовно чистий прибуток за варіантами дослідів виріс на всіх випадках використання інокулянта. Найвищого рівня досяг за інокуляції насіння та внесення $N_{30}P_{50}K_{50} + N_{30}$ (листяне підживлення) – 35720 грн/га.

Рівень рентабельності помітно зменшився за використання лише повного мінерального удобрення без інокуляції – 72%. Найвищого рівня рентабельності вдалося досягти, коли вносили $N_{30}P_{50}K_{50} + N_{30}$ (листяне підживлення) за інокуляції насіння препаратом ХайКот® Супер Соя.

Таблиця 3.9

Економічний розрахунок ефективності інокуляції та систем удобрення сої

Показник	Варіанти дослідів				
	Без азоту + P ₅₀ K ₅₀ (контроль)	Інокуляція + P ₅₀ K ₅₀	N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	Інокуляція + N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	Інокуляція + N ₃₀ P ₅₀ K ₅₀ + N ₃₀ (листяне підживлення)
Урожайність, т/га	3,00	3,61	3,20	3,70	3,98
Вартість продукції, грн/т.	54000	64980	57600	66600	71640
Виробничі затрати, грн/ га.	30000	33500	33480	33980	35920
Собівартість, грн/т	1,80	1,94	1,72	1,96	1,99
Умовно чистий прибуток, грн/га	24000	31480	24120	32620	35720
Рівень рентабельності, %	80,0	94,0	72,0	96,0	99,4

Результатами обчислення (табл. 3.7) коефіцієнта енергетичної ефективності показали, що він був найвищим за норми мінерального удобрення N₃₀P₅₀K₅₀ + N₃₀ (листяне підживлення) і становив 2,3. Відсутність інокуляції препаратом ХайКот® Супер Соя знижувало енергетичну ефективність технології до 1,6-1,8.

Отже, економічний та енергозатрати аналіз технології удобрення сої показав, що найбільший економічний зиск у ринкових умовах 2025 року мало мінеральне удобрення сої N₃₀P₅₀K₅₀ + N₃₀ (листяне підживлення) та інокуляція препаратом ХайКот® Супер Соя знижувало енергетичну ефективність технології до 1,6-1,8.

Таблиця 3.10

Енергетична оцінка інокуляції та систем удобрення сої

Показник	Варіанти досліду				
	Без азоту + P ₅₀ K ₅₀ (контроль)	Інокуляція + P ₅₀ K ₅₀	N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	Інокуляція + N ₄₀ P ₅₀ K ₅₀	Інокуляція + N ₃₀ P ₅₀ K ₅₀ + N ₃₀ (листяне підживлення)
Урожайність, т/га	3,00	3,61	3,20	3,70	3,98
Енергоємність урожаю, ГДж	54,3	65,3	57,9	67,0	72,0
Енергоємність затрат, ГДж	33,9	31,1	32,2	30,4	31,3
Коефіцієнт енергетичної ефективності	1,6	2,1	1,8	2,2	2,3

Розділ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Аналіз стану охорони праці у Фермерському господарстві «*****»

Сучасні технології виробництва сільськогосподарської продукції з Використання в сучасних інтенсивних технологіях нової техніки і сільськогосподарських машин та агрегатів, автоматизації більшості процесів виробництва потребують висококваліфікованого обслуговуючого персоналу і дотримання вимог правил техніки безпеки [17].

Згідно Статті 4 Закону України «Про охорону праці» власник виробництва зобов'язаний створити для працівників нешкідливі та безпечні умови праці на підприємстві.

Керівник Фермерського господарства «*****» згідно колективного договору і статуту підприємства безпосередньо є відповідальним за організацію і стан охорони праці та цивільної оборони. За охорону праці в рослинництві несе відповідальність агроном, а у машино-тракторному стані і майстернях – інженер.

Колективний договір між трудовим колективом і керівництвом господарства укладається кожного року.

Відповідальні за техніку безпеки спеціалісти щоразу напередодні запланованих польових робіт проводять інструктаж з безпеки й слідкують за його дотриманням.

За останні п'ять років в Фермерське господарство «*****» не зафіксовано випадків виробничого травматизму чи професійного захворювання, які оформляють актами за формою Н-1 та формою 7-ТВН.

Серед дрібних порушень техніки безпеки фіксували невчасне забезпечення працівників робочим спецодягом для роботи з мінеральними добривами чи пестицидами.

Щодо організації цивільної оборони в фермерському господарстві, то це питання потребує кращої організації і вирішення на рівні територіальної громади. Інженер разом з комісією штабу цивільної оборони проводять роз'яснення для населення правил з цивільної оборони, так як уже п'ятий рік ми воююча держава. Комісією цивільної оборони проводиться постійний контроль за потенційно небезпечними об'єктами, а саме складів ГЗМ і станції заправки, складу міндобрив і пестицидів, машинно-тракторного парку.

4.2. Покращення гігієни праці, техніки безпеки і пожежної безпеки за вирощування сої

Основними технологічними операціями, які застосовують при вирощуванні сої є підготовка ґрунту до сівби, удобрення, сівба, захист рослин від бур'янів, шкідників і хвороб.

Проводячи ці технологічні операції необхідно дотримуватись правил техніки безпеки і інструктажів інженерів чи агронома.

Особливу небезпеку становить нехтування правилами безпеки при роботі з засобами захисту рослин і мінеральними добривами. За нехтування цих правил можна отримати негативний вплив на людський організм [17].

До роботи з засобами захисту рослин чи мінеральними добривами допускаються працівники, яким виповнилося 18 років і які пройшли медичний відповідний огляд. Перед початком виконання технологічних операцій з цими засобами працівників інструктують з правил техніки безпеки і прийомами першої медичної допомоги при отруєнні. Крім того кожному працівнику виділяють комплект засобів захисту, залежно від класу токсичності препаратів і добрив, які передбачені в тій чи іншій технології.

Вживати їжу, палити під час виконання цих видів робіт категорично заборонено. Відпочинок чи обідня перерва проводиться у спеціальному приміщенні, яке віддалене не менш як а 200м від місця проведення технологічної операції. Обов'язковим для працівників є старання миття рук і обличчя водою з милом після закінчення роботи чи перед обідньою перервою і просто відпочинком [17].

У наших досліджах ми застосовували такі форми мінеральних добрива як суперфосфат, калійну сіль та карбамід. Вони здатні подразнювати слизові оболонки і шкіру. Тому при виконанні цих видів робіт працівникам необхідно користуватися відповідним спеціальним одягом, респіраторами і гумовими рукавицями.

Внесення інсектицидів і фунгіцидів проводять у похмуру погоду ранком або вечором. Якщо ці операції проводять вдень, то лише за температури повітря до 25 °С і поривах вітру не більше 3 м/с.

У працівників, які виконували ці роботи був скорочений робочий день, вони забезпечувалися спецодягом і відповідним харчуванням.

Фермерське господарство «*****» машинно-тракторний парк складається з сучасних тракторів і сільськогосподарських знарядь. Вони є досить складними в експлуатації так як система керування обладнана комп'ютерною системою.

Тому працювати на цій техніці можуть лише ті працівники, мають відповідний досвід експлуатації такої техніки і спеціальний допуск до роботи з нею.

Забороняється ремонтувати техніку на ходу при виконанні певного агротехнічного заходу.

Механізатор повинен подати сигнал про початок руху, щоб присутні змогли відійти на безпечну відстань і не травмуватися.

Сівба сої проводили сівалкою точного висіву, яка автоматично регулює норму висіву і глибину загортання насіння. Перед початком сівби обов'язково перевіряють справність сівалки.

Технічне обслуговування агрегатів проводять тільки за умови зняття тиску в системах.

Виконання процесів обприскування заборонено без наявності засобів індивідуального захисту. Заборонено залишати пестициди і використану тару без належного нагляду.

Збирають сою комбайном «Джон-Дір», який господарство недавно придбало. Механізатор, який працює на ньому пройшов відповідні курси і має дозвіл на його експлуатацію.

Протипожежна безпека – комплекс технічно – організаційних заходів для попередження пожеж і для їх.

Мінеральні добрива і засоби захисту рослин зберігаються у тарі виробника у добре провітрюваних складських приміщеннях. Вони обладнані спеціальними протипожежними засобами: сокирами, відрами, вогнегасниками, ящиками з піском та іншими знаряддями й звуковою сигналізацією.

За станом пожежної безпеки проводиться постійний контроль керівництвом господарства і силами місцевої добровільної пожежної команди, яку організували в рамках міждержавного співробітництва з Польщею.

4.3. Захист населення в надзвичайних ситуаціях

Природно-техногенна безпека України на сьогоднішній час багато в чому залежить від рішень керівництва місцевих територіальних громад. Зміна клімату (глобальне потепління) спричинила появу на території держави і господарства зокрема, природних катастрофічних явищ, які раніше були не притаманні для географічних широт України. Це урагани, тайфуни, раптові зливи і інші. Вони як і застаріле обладнання чи технології можуть слугувати причинами також і промислових катастроф і різного рівня аварій. А отже

величезної ваги набирають своєчасне попередження і проведення заходів з захисту населення в надзвичайних ситуаціях.

Відповідальність за вирішення цих завдань згідно Закону України «Про цивільну оборону» від 13 лютого 1993 року та інших нормативних актів несуть органи виконавчої влади і держадміністрації на місцях.

У Кам'янка-Бузького району проводять тренування органів управління та сил цивільного захисту територіальної підсистеми єдиної державної системи цивільного захисту Кам'янка-Бузького району.

Під час проведення тренування відпрацьовувались дії у разі виникнення надзвичайної ситуації на складах військової частини Збройних сил України. В даному тренуванні практично відпрацьовали заходи з оповіщення, евакуації, розміщення евакуйованого населення, публічна безпека і порядок перебування в евакопункті с. Новий Став.

До тренувань залучались: комісія з питань евакуації Кам'янка-Бузького району, комісія з питань евакуації Жовтанецької сільської ради, представники військової частини, Кам'янка-Бузький РВ ГУ ДСНС України у Львівській області, Кам'янка-Бузький відділ поліції ГУ НПУ у Львівській області.

Під час проведення заходу учасники тренувань також ознайомили заклади освіти, де провели заняття з дітьми, щодо дій у випадку виникнення надзвичайної ситуації на території військової частини.

Такі спільні навчання є надзвичайно важливими, не тільки для рятувальників, а й для всіх служб. Адже набутий практичний досвід, під час навчального заходу є гарантом безпеки населення на випадок виникнення реальної надзвичайної ситуації.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1. Стан використання земель, причини деградації ґрунтів та шляхи їх охорони

Закон України «Про оцінку впливу на довкілля» № 2059 VIII від 23.05.2017 і «Про охорону навколишнього природного середовища» від 4.06.2017р. регулює заходи захисту природного навколишнього середовища і охорону ґрунтів, повітря, вод і інших природних ресурсів від забруднень і нераціонального використання [26, 48].

Основні пріоритети та завдання природоохоронної діяльності в області які визначено у Стратегії розвитку Львівської області до 2027 року, Програмі соціально-економічного та культурного розвитку Львівської області на 2021-2025 роки, внесені у Програму охорони навколишнього природного середовища на 2020-2025 роки.

Головними цілями розвитку сфери охорони довкілля у 2021 році було підвищення рівня екологічної безпеки та поліпшення екологічної ситуації в області, розвиток природно-заповідної справи, відтворення і охорона природних ресурсів, покращення рівня суспільної екологічної свідомості населення.

Для вирішення поставлених питань проведено ряд першочергових природоохоронних заходів. Зазначені заходи виконувалися в більшості за рахунок коштів обласного фонду охорони навколишнього природного середовища та державного бюджету.

Для запровадження нової системи державного моніторингу якості атмосферного повітря в Львівській області в 2021 році розроблена Програма державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря на 2021-2025 роки Львівської зони, де передбачено встановлення 4 стаціонарних постів спостереження за якістю атмосферного повітря. Головною метою Програми є забезпечення збирання, оброблення, збереження та проведення

аналізу інформації про якість атмосферного повітря, оцінювання та прогнозування його змін і ступеня небезпечності, а також інформування населення про якість атмосферного повітря, вплив його забруднення на здоров'я та життєдіяльність населення. Також, основною проблемою якості води в річкових басейнах Львівської області є забруднені стічні води комунальних підприємств та несанкціоновані стоки від приватних абонентів та населення. Внаслідок тривалої експлуатації, без необхідної реконструкції, систем водопостачання, каналізації та очистки стічних вод більшість очисних споруд та каналізаційних мереж області знаходяться у незадовільному технічному стані. Для вирішення несанкціонованого скиду проводиться будівництво/реконструкція очисних споруд у 5 населених пунктах та прокладено каналізаційні мережі протяжністю 2,8 км у 6 населених пунктах.

Проте, досить часто внесення високих норми мінеральних добрив є не виправданим, що призводить до утворення та нагромадження в ґрунті небезпечних речовин. Ці сполуки можуть бути досить рухливими і потрапляти у ґрунтові та підґрунтові води, відкладатися в рослинах становити істотну загрозу вже для людини.

Особливу небезпеку становлять азотні добрива, які легко трансформуються в нітрати і нітроти за надмірної їх кількості, що вже є вкрай небезпечним.

У ґрунтовому середовищі, азотні сполуки є дуже рухливими та мають здатність легко нагромаджуватися за підвищеної їх концентрації [26, 48].

Особливу небезпеку високі фони азотних добрив становлять за вирощування ранніх овочевих культур.

Ґрунт – це основний засіб виробництва і одночасно джерело матеріальних благ [26, 48]. Ґрунт характеризується обмеженістю та непереносимістю у просторі, а також володіє унікальною властивістю – здатністю самовідновлюватися. Раціональне використання ґрунту і відновлення його родючості є основою його охорони.

Застосування сучасної швидкісної важкої техніки і сільськогосподарських машин в технологічних процесах вирощування сільськогосподарських культур призводить до негативних наслідків для ґрунту. Застосування високих норм мінеральних добрив, особливо азотних, меліорантів, різноманітних гербіцидів, інсектицидів, водної меліорації сільськогосподарських угідь в комплексі чинить велике антропогенне навантаження на ґрунт, що призводить до різноманітних ґрунтових деградацій.

Деградація ґрунтів – це зниження чи повна втрата продуктивності орних ґрунтів чи пасовищ в результаті нераціонального використання людиною. Деградаційні процеси призводять до висушування ґрунтів, обмеження доступності ґрунтової вологи, загибелі рослин, зниження зв'язаності ґрунту, і як результат можливість швидкої вітрової ерозії та утворення пилових бур, а в кінцевому результаті – опустелення. Опустелення є наслідком як кліматичних змін, що практично є незворотними так і господарської діяльності людини. На відновлення одного сантиметра гумусного шару ґрунту в аридній зоні необхідно в середньому в 70 - 150 років. І це завдання не одного людського покоління.

Деградації ґрунту поділяються на

- фізичні (дефляція і змив, деструктуризація, переущільнення, пересушення, заболочення);
- фізико-хімічні (втрата потужності гумусного горизонту, дегуміфікація, закислення, засолення первинне і вторинне);
- біологічне (ґрунтовтома).

Основною причиною даних деградацій є неправильне сільськогосподарське використання ґрунтів, супутніми - вирубування лісів, заболочення водойм, зникнення малих рік тощо.

Значну роль при цьому відіграють промислове забруднення повітря і водойм, відходами хімічного виробництва і синтетичними миючими засобами.

Зменшити виробниче навантаження і ті негативні його наслідки на навколишнє середовище можливо, на переконання багатьох науковців методами мінімалізації і обробітку ґрунту в стані «фізичної стиглості», дотримання науково-обґрунтованих сівозмін, внесення тільки розрахункових норм мінеральних добрив, біологізації технологічних процесів, впроваджувати системи точного землеробства. Одним з методів біологізації технологій можуть слугувати використання сучасних менш токсичних препаратів хімічного захисту рослин або біологічних препаратів, нових комплексних халатних мінеральних добрив.

5.2. Екологічна оцінка технології вирощування сої

У нашій магістерській роботі ми вивчали вплив норм і форм застосування азотних добрив на динаміку агрохімічних показників ясно-сірого лісового ґрунту та продуктивність сої сорту Васильківська [48].

У технології вирощування сої необхідно точно визначити норми внесення азотних мінеральних добрив, які не будуть обмежувати симбіотичну фіксацію біологічного азоту. Крім того мінеральні добрива істотно впливають на агрохімічні показники ясно-сірого опідзоленого ґрунту, підкислюючи його. Проте таке підкислення не впливало на продуктивність сої, так як значення рН ґрунтового розчину знаходилось в межах оптимальних для неї значень.

Нами доведено, що знижені норми мінеральних азотних добрив $N_{30}P_{52}K_{52}$, внесених у формі діаміфоски (20 кг/га) і карбаміду (10 кг/га) позитивно впливав на продуктивність сої, підвищуючи її на 34,1%.

Збільшення норми внесення азотного добрива у формі карбаміду збільшувало продуктивність сої, не погіршуючи при цьому агрохімічних властивостей ясно-сірого опідзоленого ґрунту. Застосуванням азотних добрив у формі карбаміду сприятиме покращенню екологічного стану ґрунту. Карбамід – добриво тривалої дії. У ґрунті амідна форма карбаміду перетворюється спочатку в аміачну а потім в нітратну. Процес цей

відбувається дуже повільно, тому азот з добрива рівномірно засвоюється рослиною. Це в свою чергу зменшує надмірне його нагромадження в рослині і ґрунті. Мало вимивається з ґрунту, втрати азоту – мінімальні. Це в свою чергу зменшить навантаження на ґрунт і сприятиме збереженню навколишнього середовища.

Таким чином застосування азотних добрив для оптимізації рівня азотного живлення сої у формі карбаміду сприяє підвищенню її продуктивності та захисту ґрунту від надмірного накопичення в ньому азотних сполук.

ВИСНОВКИ

Виконання досліджень у Фермерського господарства «*****» дозволило нам зробити наступні висновки.

1. Питання застосування азотбактерійного інокулянта і норм мінерального удобрення сої на ясно-сірих ґрунтах Лісостепу західного недостатньо вивчено, оскільки соя у цій зоні вирощується недавно. Методичні аспекти досліджень організації досліджень з'ясовані і представлені в роботі.

2. Ясно-сірий лісовий поверхнево оглеєний опідзолений легкосуглинковий ґрунт Фермерського господарства «*****» змінював свої агрохімічні параметри під впливом мінеральних добрив у фазі цвітіння сої у бік зростання за вмістом легкогідролізного азоту, до завершення вегетації – за вмістом фосфатів та калію. Вміст гумусу підвищився слабо, але кислотність дещо зросла.

3. На неудобреному азотом варіанті на фосфорно-калійному фоні та за системи удобрення $N_{40}P_{50}K_{50}$ без інокуляції формувалася найменша чисельність бульбочок – 20,2-22,1 одиниць у фазі бутонізації. Найбільше активних бульбочок соя формувала за інокуляції насіння було досягнуто за системи дворазового азотного удобрення у поєднання з інокуляцією насіння – 39,8 одиниць на рослині.

4. Інокуляція препаратом ХайКот® Супер Соя та норми азотного мінерального живлення впливають на морфологічні параметри рослин та їх густоту. Внесення N_{30+30} (у листкове підживлення) на фоні $P_{50}K_{50}$ підтримує найкращий ріст сої і густоту рослин.

5. Збільшення норми азотних добрив на фоні фосфорно-калійних $P_{50}K_{50}$ за рахунок листкового підживлення у фазі бутонізації, коли формування бульбочкового азотфіксувального апарата досягло піку, сприяло найвагомішому підвищенню урожаю сої до 3,98 т/га. Це на 32,7% більше, ніж на контролі без азотних добрив та без інокуляції.

6. Мінімальна рентабельність виробництва навіть за найменших витрат встановлена за внесення $N_{40}P_{50}K_{50}$ та відсутності інокулянта у технології, а максимальна – за інокуляції + $N_{30}P_{50}K_{50}$ + N_{30} (листкове підживлення). Згідно з результатами досліджень коефіцієнт енергетичної ефективності був найвищим за норми мінерального удобрення N_{30+30} (у листкове підживлення) на фоні $P_{50}K_{50}$ та інокуляції насіння.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для забезпечення врожаю зерна сої не менше 3,70-3,98 т/га за оптимальної густоти посіву на ясно-сірому лісовий поверхнево оглєсному опідзоленому легкосуглинковому ґрунті Лісостепу Західного рекомендуємо застосовувати інокуляцію та удобрювати культуру сорту Васильківська мінеральними добривами в нормі + $N_{40}P_{50}K_{50}$ для отримання 3,70 г/га зерна, або додавати в підживлення по листках у фазі бутонізації ще N_{30} для отримання 3,98 т/га зерна. Такі системи удобрення з інокуляцією насіння препаратом ХайКот® Супер Соя забезпечує 32620 та 35720 грн/га умовно чистого прибутку, у той час, коли фосфорно-калійний фон $P_{50}K_{50}$ без інокуляції гарантує лише 24000 грн/га умовного прибутку.

БІБЛЮГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Авраменко С., Цехмейструк М., Магомедов Р., Шелякін В., Адаменко О. Фітнес для сої. *Агробізнес сьогодні*, 2014. №14. С.18-21
2. Агрогрунтознавство: навч. посіб. / Лопушняк В. І., Данилюк, В. Б., Гаськевич О. В., Лагуш Н.І. Львів, 2016. 216с.
3. Адаменко С. М., Костюшко І.П. Підживлення сої та соняшнику. *Агроном*, 2015. № 2. С. 58-61.
4. Андрієнко А. Л. Вплив збільшення частки сої в структурі посівних площ та систем удобрення на її урожайність та якість насіння. *Корми і кормовиробництво: міжвід. темат. наук. зб.* Вінниця, 2010. Вип.66. С.128-132.
5. Андрієнко А. Л., Семеняка І. М., Андрієнко О. О., Мащенко Ю. В. Вплив системи удобрення та мікробних препаратів на продуктивність сої при різному насиченні нею сівоzmіни. *Бюлетень Інституту зернового господарства*, 2011.№40. С. 133-138.
6. Бабич А. О. Соєве поле України. *Агроном*, 2010. №1. С.174-178.
7. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі. К.:Аграрна наука, 2011. 548 с.
8. Бахмат О. М. Екологічні основи удобрення та інокуляція на урожайність насіння сої в умовах Лісостепу Західного. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*, 2013. Вип. 1 . С.122-127.
9. Бахмат О. М., Бродюк Р. І. Формування сухої речовини та урожайність зерна сої залежно від способу сівби та удобрення в умовах Лісостепу Західного. *Корми і кормовиробництво: міжвід. темат. наук. зб.* Вінниця, 2015. Вип.80. С. 53-58.
10. Бикін А. В., Козачок О. Я. Вплив удобрення на врожай та якість сої за прямої сівби (без обробітку ґрунту). *Вісник НУВГ та природокористування. Серія «Сільськогосподарські науки»*, 2016.

Вип. 1(73). С.123-129.

11. Бикін А. В., Генгало Н. О. Ефективність застосування добрив і гумату калію за вирощування сої на чорноземі типовому мало гумусному. *Науковий вісник НУБіП України*, 2011. Вип. 162, Ч.2. С. 137-144.
12. Бурка А. Соя в Україні: где больше выращивают, перерабатывают и куда продают . *Зерно*, 2015. №3.С.120-123.
13. Волкогон В. В. Біологічна меліорація ґрунтів. Традиційне і нове. *Сільськогосподарська меліорація: між від.тем.наук. зб.*, 2011, Вип. 13, С. 7-22.
14. Гамаюнова В. В. Назарчук А. А. Водоспоживання та продуктивність сортів сої залежно від факторів вирощування в Північному Степу України без поливу. *Наукові праці НААНУ*, 2015.Вип. 244. Том 256. С. 29-33.
15. Господаренко Г. М., Єщенко Н. Б. Окупність мінеральних добрив урожаєм сої на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*, 2012. Вип. 81. Ч.1. С. 8-14.
16. Грицаєнко З. М., Голодрига О. В., Розборська Л. В. Вплив комплексного застосування гербіцидів і біолану на продуктивність та структурні показники сівбаїв сої. *Агробіологія*, 2013. № 11. С.138-141
17. Гряник Г. М., Лахман С.Д, Бутко Д. А. Охорона праці: навч. посіб. К.: Урожай, 1994. 272 с.
18. Дерев'янський В. П. Ефективність вапнякових добрив, мікробних препаратів та макро- і мікроелементів на стійкість рослин до захворювань і продуктивність сої. *Корми і кормо виробництво: міжвід.темат. наук. зб.* Вінниця, 2012 .Вип.72. С.71-77.
19. Дерев'янський В. П. Продуктивність сої залежно від застосування мікробіологічних препаратів та гербіцидів. *Карантин і захист рослин*, 2012. № 4. С. 12-18
20. Дзюбайло А. Г. Завірюха П. Д. Бобові культури. Навчальн. посіб.

Дубляни, 2004. 211с.

21. Дзюбайло А. Г. Мигаль І. Б. Формування продуктивності сортів сої залежно від норм висіву насіння, удобрення та інокуляції. *Корми і кормовиробництво: міжвід. темат. наук. зб.* Вінниця, 2011. Вип.69. С. 129-132.
22. Дідора В. Г., Деробон І. Ю., Саврасих Л. Д. Технологічні показники якості сої залежно від інокуляції та удобрення в умовах Українського Полісся. *Вісник ЖНАЕУ*, 2017. №1. Т.1. С.57- 64.
23. Дідора В. Г., Ступніцька О. С. Продуктивність сої залежно від інокуляції та удобрення в умовах Полісся України. *Вісник аграрної науки*, 2016. №3. С.33-39
24. Дерев'янський В. П., Ковальчук Н. В., Паюк Н. О., Рудюк Т. Д. Вплив сидеральних добрив, інокуляції насіння та обприскування сівбаїв на продуктивність сортів сої. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 77. С. 159–166.
25. Желобецький Г. Соева лихоманка. Пропозиція, 2014. №10. С.48-51.
26. Злобін Ю. А. Основи екології: навч. посіб. Київ. «Лібра», 1998. 248с.
27. Іванюк С. Потенціал продуктивності соєвого поля. *Агробізнес сьогодні*. 2015. №21. С.50-55
28. Каленська С. М., Новицька Н. В., Андрієнко Д. В. Продуктивність як інтегральний показник застосування технологічних прийомів вирощування сої на чорноземах типових. *Корми і кормовиробництво: міжвід. темат. наук. зб.* Вінниця, 2011. Вип. 69. С.74-78.
29. Камінський В.Ф., Голодня А.В., Дворецькі С.П. Зернобобові культури – джерело біологічного азоту. *Вісник аграрної науки*. 2000. С. 45–49.
30. Камінський В. Ф., Вишнівський П. С. Вплив факторів інтенсифікації на ріст, розвиток та продуктивність сої. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН»*, 2009. Вип.2. С.51-55.
31. Козар С. Ф. Вплив комплексної бактеризації на продуктивність сої. *Вісник аграрної науки*, 2015. №5. С.49-52.

32. Комок М. С., Волкогон В. В., Косенко Л. В. Ефективність симбіозу бульбочкових бактерій з рослинами сої в залежності від виду біопрепарату. *Мікробіологічний журнал*. 2010. Вип.11. С.7-19.
33. Кулик С. М. Формування симбіотичного апарату та зернова продуктивність сої залежно від удобрення в умовах Західного Полісся. *Агроекологічний журнал*, 2016. №4. С.149-153.
34. Кулик С. М. Вплив удобрення на динаміку накопичення сухої речовини та врожайності сої залежно від кислотності дерново-підзолистого ґрунту в умовах західного Полісся. *Вісник НУБГ та природокористування. Серія «Сільськогосподарські науки»*, 2017. Вип. 2. (74). С.171-177.
35. Лихочвор В. В., Щербачук В. М., Панасюк Р. М., Панасюк О. В. Вплив удобрення на формування фотосинтетичної та зернової продуктивності сої в умовах західного Лісостепу. *Передгірне і гірське землеробство і тваринництво*, 2016. Вип. 60. С.33-42.
36. Лихочвор В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур.120 культур: навч. посіб. / В.Лихочвор та ін. Наук. ред. В. Лихочвора, В. Петриченка. Львів: НВФ «Українські технології», 2010. 1088 с.
37. Лихочвор В. Соя виходить за межі Соевого поясу. *Пропозиція*, 2010. №4. С.58-60.
38. Лихочвор В. В. Мінеральні добрива та їх застосування. Львів: НВФ «Українські технології». 2008. 312с. 34
39. Лісовал О. Система застосування добрив: навч. посіб. К.: Вища школа, 2002. 317с.
40. Марков І. Як сою максимально забезпечити азотом. *Агробізнес сьогодні*, 2014. № 17. С.27-28.
41. Маслак О. Економіка сої. *Agroexpert*, 2014. №1. С.30-33.
42. Маслак О. Соеві жнива 2015. *Агробізнес сьогодні*, 2015. № 20. С. 10-12.
43. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. К.: Урожай, 1988.

208 с.

44. Методика Державного сортовипробовування сільськогосподарських культур / за ред. В. В. Волкодава. К.: 2001, 69с.
45. Мигаль І. Вплив рівня мінерального живлення на урожайність і якість насіння сої. *Вісник Львівського НАУ: агрономія*, 2009, №12 (1). С. 111-116.
46. Молдаван В. Г., Молдаван Ж. А. Собчук І. С. Формування елементів структури врожаю сої залежно від способів основного обробітку ґрунту, удобрення та передсівбаної обробки насіння. *Корми і кормовиробництво: міжвід. темат. наук. зб.* Вінниця, 2017. Вип.84. С. 114-119 .
47. Мурач О. М. Волкогон В. В. Особливості формування симбіотичного апарату сої та продуктивність культури за впливу ризогуміну, мікроелементів і стимулятора росту рослин. *Сільськогосподарська мікробіологія*, 2013. Вип. 18. С.87-99.
48. Нагорний В. І., Романько Ю. А. Агроекологічне значення та роль сої в екологізації сільськогосподарського виробництва. *Вісник Сумського НАУ*. 2009. Вип. 11(18). С.79-83.
49. Нагорный В. Культура года требует внимания и компетентности. *Зерно*, 2014. С. 102-105.
50. Панасюк Р.М. Продуктивність і якість зерна сої залежно від сорту та інокуляції на різних фонах удобрення в умовах Західного Лісостепу. *Передгірне і гірське землеробство і тваринництво*, 2009. Вип.51. С.104-109.
51. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В., Іванюк С. В. та ін.. Соя: монографія. Вінниця: Діло, 2016. 400с.
52. Петриченко В. Ф., Іванюк І. С. Актуальні проблеми оптимізації технологій вирощування сої. *Аграрний тиждень.*, 2010. №9. С.12
53. Петриченко В. Ф., Бернадзіковський С. А., Материнський П. В. Сучасна технологія вирощування кормових бобів на зерно. *Зб. Центру наукового*

забезпечення АПВ вінницької області. Вінниця, 2000. С.64

54. Польовий В. М., Кулик С. М. Вплив удобрення та вапнування на продуктивність сої. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*, 2015. Вип. 9(30) . С. 132-138.
55. Посыпанов Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха: справ. пос. М.: Агропромиздат, 1991. 300с.
56. Прус Л. І. Вплив агротехнічних заходів на продуктивність сої. *Агроекологічний журнал*, 2017. №1. С. 62-67.
57. Прус Л. І. Вплив агротехнічних заходів на продуктивність сої. *Карантин і захист рослин*, 2016. №4. С.7-9.
58. Рябуха С. С. Наукові основи селекції сої на адаптивність, високу врожайність та якість насіння. Дис. на здобуття наукового ступеня доктора с.-г. наук (06.01.05 «селекція і насінництво». Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН України, Харків, 2021.
59. Серветник О. В. Ефективність застосування позакоренових підживлень азотним добривом карбамід у системі удобрення сої. *Корми і кормовиробництво: міжвід. темат. наук. зб.* Вінниця, 2017. Вип. 84. С. 120-125.
60. Соя : монографія. В. В. Кириченко, С. С. Рябуха, Л. Н. Кобизєва, О. О. Посиляєва, П. В.Чернищенко. Х: ФОП Цуварева Н. М., 2016. 400с.
61. Темрієнко О. О. Формування продуктивності сої залежно від агротехнічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу Правобережного. *Наукові доповіді НУБіП України*, 2018. №3(73). С.31-42.
62. Ткаченко М. А., Драч Ю. О., Блащук М. І. Оптимізація удобрення сої за видовим генотипом співвідношення основних елементів живлення. *Зб. наук. праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. К., 2016. Вип. 2. С. 34-43.
63. Чинчик О.С. Тривалість вегетаційного періоду та фаз росту і розвитку

- рослин сої залежно від сортових особливостей та удобрення. *Корми і кормовиробництво*. 2016. Вип. 82. С. 133–137..
64. Чорна В. М. Насіннева продуктивність сої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу Правобережного. *Корми і кормовиробництво: міжвід.темат. наук. зб.* Вінниця, 2016. Вип. 82. С. 69-77.
 65. Чорна В. М. Фотосинтетична і насіннева продуктивність сої залежно від інокуляції та ретардантів в умовах Правобережного Лісостепу. *Науковий вісник національної академії наук*. К., 2016. Вип. 235. С.48-58
 66. Шевчук М. Й., Веремеєнко С. І., Лопушняк В. І. Агрохімія: підручник : у 2 ч. Ч. 1: Теоретичні основи формування врожаю. Луцьк : Надстир'я, 2012. 195 с.
 67. Шевчук М.Й., Веремеєнко С. І., Лопушняк В. І. Агрохімія: підручник : Ч. 2: Добрива та їх вплив на біопродуктивність ґрунту. Луцьк : Надстир'я, 2012. 439 с
 68. Шовкова О. В.. Вплив елементів технології вирощування на фотосинтетичну та насіннєву продуктивність сівбаїв сої. *Вісник ЖНАЕУ*, 2015. №2(50). Т.1. С.464- 471.
 69. Циганська О. В. Вплив фону мінерального живлення та способів обробки мікродобривом на формування плодоеlementів сортів сої в умовах Лісостепу правобережного. *Корми і кормовиробництво*. 2015. Вип. 81. С. 82-87.
 70. Щербачук В. М. Продуктивність сої сорту Устя залежно від удобрення в умовах західного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво: міжвід.темат. наук. зб.* Вінниця, 2015. Вип. 80. С. 72-76 .
 71. Фізико-географічне зонування України. URL: <http://geomap.land.kiev.ua/zoning-1.html>
 72. Агроґрунтове районування України. URL: <http://geomap.land.kiev.ua/zoning-2.html>.
 73. Температура повітря, опади і вітряність за даними метеоспостережень

Метеостанції м. Львів, URL:

https://meteo.gov.ua/ua/33345/climate/climate_stations/41/7/

74. Температура повітря і опади за даними метеоспостережень Метеостанції м. Броди. URL: <https://meteopost.com/weather/climate/>
75. Маслак О. Стабільний ринок сої. Економічний гектар. 2023. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/7854-stabilnyi-rynok-soi.html>
76. Jung, W., F. Mabood, Souleimanov, A., Zhou, X., Jaoua, S., Kamoun, F. and Smith, D.L. 2008. Stability and antibacterial activity of bacteriocins produced by *Bacillus thuringiensis*. Kurstaki. Journal of Microbiology and Biotechnology, 18: 1836-1840.
77. Halpern, M., Bar-Tal, A., Ofek, M., Minz, D., Muller, T. and Yermiyahu, U. 2015. The use of biostimulants for enhancing nutrient uptake. Advanced Agronomy, 130: 141-174
78. FAO. 2022. World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2022. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc2211>
(en<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/0c372c04-8b29-4093-bba6-8674b1d237c7/content>)

ДОДАТКИ

Додаток А

Гідротермічні умови років дослідження за спостереженнями Львівського метеопосту у 2024-2025 роки

Місяць	Температура повітря, °С			Середня швидкість вітру, м/с	Опади, мм	Максимальна глибина снігу, см
	середня	максимальна	мінімальна			
2024 рік						
VIII	20,8	31,2	10,0	1,5	74	-
IX	17,2	28,9	5,7	2,0	90	-
X	9,0	23,1	-1,7	1,8	45	-
XI	2,3	17,7	-5,4	2,5	27	1
XII	0,8	10,7	-9,6	2,5	43	13
Середнє/сума	10,0	22,3	-0,2		277	7
2025 рік						
I	2,0	14,7	-11,1	2,8	40	13
II	-2,2	10,8	-13,9	2,2	11	3
III	6,1	18,9	-8,7	2,5	32	7
IV	9,9	26,6	-4,7	2,4	55	9
V	10,1	25,3	-0,1	1,9	66	-
VI	18,0	29,7	5,8	2,6	33	-
VII	19,2	33,2	6,2	2,0	201	-
VIII	18,0	29,0	4,9	1,7	69	-
IX	15,7	28,9	4,4	2,0	64	-
Середнє/сума	10,8	24,1	-1,9		569	8

Додаток Б

Технологічна карта вирощування сої

Площа – 100 га

Попередник – озима пшениця

Природна зона – Мале Полісся

Урожайність, ц/га

Валовий збір, ц

- основної продукції 40

- основної продукції 4000

- побічної продукції 40

- побічної продукції 4000

Види робіт	Одиниця виміру	Обсяг робіт	Норма виробітку	Тарифна ставка, грн./га	Технічні засоби для виконання робіт	Вартість матеріальних ресурсів: пальне, насіння, добрива, пестициди та ін., грн.	Амортизація та непередбачені витрати, грн..	Всього витрат по виду робіт, грн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Лущіння стерні	га	1	20	8	Challenger MT 865B + БПД 6.0	10 л х 17 грн. = 170 грн.	50	228
Внесення мінеральних добрив: ЗА. Діамофоска	ц	15	-		Транспортний засіб ПЄ-08х 2 рази	Перевезення – 50 грн.	60	3376,1
	ц	2	25	5	John Deere 6930 + Kongsild 4024	1,3 л х 17 грн. = 22.1 грн. 2 л х 17 грн. = 34 грн. 2000 грн. + 1200 грн.		
Оранка на h = 25-27 см	га	1	5	20	Challenger MT 865D + Kverneland PM 100-6	15 х 17 грн. = 255 грн.	60	335
Культивація з боронуван. після оранки.	га	1	15	8	Case Qvadrac 550 + Vaderstad Aggressive	5 х 17 грн. = 85 грн.	60	153
Передсівбана культивация комбінатором	га	1	25	10	Case Qvadrac 550 + Lemken Gigant	7 х 17 грн. = 119 грн.	50	179
Транспортування насіння	кг	6	-	10	Транспортний засіб	3 л х 17 грн. = 51 грн.	50	131
Сівба з формуванням технологічної колії	ц	1	30	20	Challenger MT 865D + Vaderstad Rapid S800	6л х 17 грн. = 102 грн. Насіння 0.3 п.о. = 1186грн.	60	1368

Транспортування води	ц	3	-	5	Автоцистерна 28000/TIR	1,3 л х 17 грн. = 22.1 грн.	30	57,1
Внесення гербіцидів	га	1	25	20	John Deere 6630 + Berthoud Maxxor4000	1,3 л х 17 грн. = 22.1 грн. Команд 0,18л х 523,3 грн.=94,3 грн. Султан 1,75л х 896 грн. = 1568 грн. Пантера 1,2л х 115 грн. = 138 грн.	40	1882,4
Транспортування води	ц	3	-	5	Автоцистерна 28000/TIR	1,3 х 17 грн. = 22.1 грн.	30	57,1
Внесення фунгіциду та інсектициду	га	1	25	20	John Deere 6630 + Berthoud Maxxor4000	1,3 х 17 грн. = 22.1 грн. Карамба Турбо 0,4 л х 920 грн. = 368 грн. Пірінекс Супер 0,6 л х 422 грн. = 253,2 грн.	50	703,3
Всього по осінньому циклу робіт				136		7784	540	8470
Перше підживлення азотом, навантаження, перевезення, внесення (N ₆₈)	га	1	25	10 10	John Deere 6930 + Konskilde 4024, TIR/trailer, manipulator(Транспортний засіб)	3 л х 17 грн. = 51 грн. 3 л х 17 грн. = 51 грн. Селітра 2 ц х 600 грн. = 1200 грн.	50	1372
Друге підживлення азотом, навантаження, перевезення (N ₆₈)	га	1	25	10 10	John Deere 6930 + Konskilde 4024, TIR/trailer, manipulator(Транспортний засіб)	3 л х 17 грн. = 51 грн. 3 л х 17 грн. = 51 грн. Селітра 2 ц х 600 грн. = 1200 грн.	50	1372
Транспортування води х 2 рази	ц	3	-	10	Автоцистерна 28000/TIR	1.3 л х 17грн. = 20 грн. х 2 рази = 40 грн.	40	90
Внесення інсектициду та фунгіциду	га	1	25	20	John Deere 6630 + Berthoud Maxxor4000	1,3 л х 17 грн. = 20 грн. Дерозал 0,2 л х 400 грн. = 80 грн. Тілмор 0,35 л х 848,6 грн. = 297 грн. Біскайя 0,3 л х 1400 грн. = 420 грн.	50	887

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Внесення інсектициду та фунгіциду	га	1	25	20	John Deere 6630 + Berthoud Maxxor4000	1,3 л х 17 грн. = 20 грн. Дерозал 0,2 л х 400 грн = 80 грн. Оріус 0,45 л х 480 грн = 216 грн. Маврік 0,2 л х 2000 грн. = 400 грн.	50	786
Всього по догляду за сівбаами				90		4177	240	4507
Пряме комбайнування	га	1	10	50	Claas Lexion 6700	17 л х 17 грн. = 289 грн.	120	459
Транспортування насіння	т	3	30	10	John Deere 6930 + Bailey TB 9	5 л х 17 грн. = 85 грн.	40	125
Очистка насіння	т	3	-	10	Riela Prof-Seed 1004-A	Ел. енергія – 100 грн.	60	170
Сушіння насіння	т	3	-	20	Riela GDT 300/24/3	Газ – 300 грн.	50	370
Всього по збиранню				90		774	270	1124
Разом по технології				316		12735	1050	14101

Статистичне опрацювання результатів досліджень 2025 р.

Одиниці виміру, т/га
 Варіантів 4 ,Повторень 3
 Вихідні дані

Варіант	Середнє		Повторення	
1	3.00	2.55	2.90	3,10
2	3.61	3.51	3.60	3.62
3	3.20	3.15	3.21	3.28
4	3.70	3.72	3.80	3.81
5	3,98	3.82	3.89	4.21

Середнє по досліді - 3.67 т

Таблиця дисперсій

Дисперсія	Сума	квадр.	Ст.	свободи	Середн.	кв.	F
Загальна	6.08		11				
Повторень	0.00		2				
Варіантів	6.06		3	2.02	663.6		
Залишку	0.01		6	0.00			

Помилка середн. = 0.12 Помилка різниці середн. = 0.13

НІР = 0.17 т або 2.91%

Сила впливу фактора = 1.00

Точність досліді = 0.85% Варіювання даних = 27.89%