МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Факультет плодоовочівництва, екології та захисту рослин

Кафедра овочівництва

Допущено до захисту
„_____” грудня 2023 р.
Т. в. о. завідувача кафедри овочівництва
_____
Вікторія КЕЦКАЛО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
магістра

УРОЖАЙНІСТЬ СОЇ ОВОЧЕВОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ІНОКУЛЯЦІЇ

Виконав: студент ІІ курсу,
групи 21 м-с,
спеціальності 203 Садівництво
та виноградарство
Владислав ГОРБАНЬ

Керівник: Сергій ЩЕТИНА

Умань – 2023

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ…….. 3

ВСТУП……..... 5

РОЗДІЛ 1. ЗНАЧЕННЯ ІНОКУЛЯЦІЇ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ ОВОЧЕВОЇ (огляд літератури)…...….. 8

1.1. Значення та виробництво сої овочевої в світі та в Україні……... 8

1.2. Вплив інокуляції на ростову діяльність сої овочевої….. 11

РОЗДІЛ 2. УМОВИ, ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРИ……. 17

2.1. Характеристика грунтово-кліматичних умов проведення досліджень ……..... 17

2.2. Погодні умови за період проведення досліджень……. 19

2.3. Схема і обєкти досліду……...…… 21

2.4. Методика обліків і спостережень……..…… 23

2.5. Агротехнічні умови проведення досліду…….. 24

2.6. Заходи безпеки при вирощуванні культури……..……... 25

РОЗДІЛ 3. РІСТ ТА РОЗВИТОК СОЇ ОВОЧЕВОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ІНОКУЛЯЦІЇ (результати досліджень).....…….. 27

3.1. Вегативний ріст і розвиток рослин……... 27

3.2. Урожайність та якість зерна……. 35

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ ОВОЧЕВОЇ……. 39

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ……. 42

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ……..……... 44

ДОДАТКИ……..... 49

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Факультет плодоовочівництва, екології та захисту рослин

Кафедра овочівництва

Освітня програма садівництво та виноградарство
203 „Садівництво та виноградарство”

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ О. І. Уляніч
„____” _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Горбаня Владислава Івановича

1. Тема роботи. Урожайність сої овочевої залежно від інокуляції

керівник роботи Щетина Сергій Васильович, к. с-г. н., доцент

затверджено наказом вищого навчального закладу від ”23” жовтня 2023 року № 01-06/237

2. Строк подання студентом роботи листопад 2023 року.

3. Вихідні дані до роботи. Вивчення особливостей формування продуктивності сортів сої залежно від інокуляції насіння включав: чинник А –сорти сої, чинник В – інокуляція насіння, чинник С – підживлення мікродобривами

Схема досліду

Чинник А сорт	Чинник В інокуляція насіння	Чинник С підживлення
Романтика Sac UD0202500	Без інокуляції (контроль) Легум Фікс	Без підживлення (контроль) Вуксал Ойлсід Квантум-Олійні

4. Перелік питань, які потрібно розробити:

1. Написання огляду літератури.
2. Вивчення методик закладання досліджень.
3. Проведення досліджень і збір експериментальних даних.
4. Написання і оформлення дипломної роботи.

5. Консультанти розділів роботи (за необхідності)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

6. Дата видачі завдання жовтень 2022 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1	Опрацювання науково методичної літератури згідно тематики досліджень	2022 – 2023 рр.	
2	Закладання досліджень згідно методики і схеми	2022–2023 рр.	
3	Написання і оформлення дипломної роботи	вересень – листопад 2023 р.	
4	Захист дипломної роботи	грудень 2023 р.	

Студент _____ Горбань В. І.

Керівник роботи _____ Щетина С. В.

ВСТУП

Актуальним напрямом на сучасному етапі розвитку є пошук нових сировинних джерел білка і біологічно активних речовин, розробка та вдосконалення біотехнологічних способів для створення функціональних харчових продуктів, що включають нутрієнти рослинного походження. Введення до складу харчових продуктів нетрадиційних рослинних культур дає можливість не тільки створювати біологічно активні амінокислотні комплекси, але й робити істотний вплив на органолептичні показники, структурно-механічні властивості готової продукції, хід реакцій ферментації. Отримання функціональних продуктів харчування на основі сої, що містять біологічно активні речовини, які володіють антиоксидантними, гепатопротекторними, пребіотичними й імуномодулючими властивостями, сприятиме вирішенню основних питань раціонального харчування і ліквідації дефіциту білка і мікронутрієнтів в харчових продуктах [1].

До теперішнього часу в Україні переважна більшість харчових інгредієнтів імпортується, в зв’язку з чим організація їх виробництва є актуальним і соціально затребуваним завданням.

Соя є неперевершеною культурою за якістю і хімічним складом насіння, біологічною цінністю, універсальністю використання в переробній, харчовій, фармацевтичній промисловості і різних галузях сільського господарства.

Внаслідок збільшення чисельності та щільності населення у світі зростає потреба в функціональних харчових соєвих продуктах і добавках.

У сучасних умовах розвитку сільського господарства істотним доповненням до хімічних добрив і пестицидів виступають мікробіологічні препарати. Для їх отримання широко використовується велика кількість штамів відомих мікроорганізмів [2].

Актуальність теми. Обробка насіння препаратами стимулює збільшення схожості, згладжуючи наслідки стресових факторів навколишнього середовища. Розвиток рослин з обробленого насіння йде прискореним темпом і збільшеним набором маси сухої речовини. На

результативність застосування препаратів впливає обраний штам мікроорганізмів, підібраний сорт, насіння рослин, кількість і доступність поживних речовин в ґрунті, а також кліматичні умови.

Мета досліджень. Мета роботи – підвищення зернової продуктивності сортів сої шляхом встановлення особливостей росту і розвитку рослин та оптимізації елементу технології вирощування (інокуляція, підживлення хелатними мікродобривами) залежно від сортових особливостей та умов вегетаційного періоду в Лісостепу України.

Завдання досліджень:

– дослідити особливості росту, розвитку рослин та формування врожайності насіння сої залежно від інокуляції насіння та позакореневих підживлень;

– виявити особливості формування фотосинтетичної продуктивності сої залежно від впливу інокуляції насіння та позакореневих підживлень;

– описати процес формування генеративних органів у сортів сої та виявити вплив інокуляції насіння та позакореневих підживлень;

– обґрунтувати економічну та біоенергетичну ефективність вирощування сої на основі інокуляції насіння та позакореневих підживлень.

Об’єкт досліджень – процеси формування продуктивності рослин сортів сої залежно від підживлення, інокуляції насіння та особливостей їх взаємодії у ґрунтово–кліматичних умовах зони.

Предмет досліджень – сорти сої; бактеріальний препарат на основі азотфіксуючих бактерій; висококонцентровані комплексні хелатні мікродобрива; підживлення, інокуляція насіння, урожайність, якість зерна, економічна та енергетична ефективність вирощування.

Методи дослідження. У процесі виконання роботи застосовували загальнонаукові та спеціальні методи досліджень: польовий – для встановлення обумовленості формування урожайності, технологічних та погодних чинників в умовах проведення досліджень; лабораторні: морфофізіологічний, хімічний – для визначення хімічного складу зерна;

фізичний – для визначення показників фізичної якості насіння; математичні й статистичні, порівняльно–розрахунковий – для визначення економічної та енергетичної ефективності вирощування.

Наукова новизна. Основним результатом досліджень є розвиток теоретичних основ реалізації генетичного потенціалу сортів сої овочевої та удосконалення елементів її вирощування.

Вперше для умов Лісостепу України удосконалено елемент технології вирощування сортів сої на основі застосування інокуляції насіння бактеріальним препаратом на основі азотфіксуючих бактерій та проведення позакореневого підживлення хелатними мікродобривами.

Практичне значення отриманих результатів: полягає в обґрунтуванні та розробці елементу технології вирощування сої овочевої, що дозволяє одержувати врожаї зерна вище 3,0 т/га.

Апробація результатів досліджень. Основні результати дипломної роботи доповідались і обговорювались на засіданнях гуртка кафедри овочівництва та наукових студентських конференціях Уманського національного університету садівництва (додат. А).

Структура та обсяг. Загальний обсяг дипломної роботи складає 49 сторінку комп’ютерного тексту. Містить всі необхідні розділи, налічує 3 додатки, включає 8 таблиць, один рисунок. Список використаної літератури нараховує 45 джерел.

РОЗДІЛ 1
ЗНАЧЕННЯ ІНОКУЛЯЦІЇ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ ОВОЧЕВОЇ (огляд літератури)

1.1. Значення та виробництво сої овочевої в світі та в Україні.

Соя овочева з усіх зернобобових культур є найбільш цінною культурою, яка не має конкурентів за вмістом життєво необхідних речовин у зерні. Важливою особливістю сої є її здатність до ендосимбіозу з азотфіксуючими суббактеріями – ризобіями. Завдяки азотфіксації, яка відбувається у сформованих у симбіозі з ризобіями бульбочках, соя може значно або навіть повністю задовольняти свою потребу в азоті через симбіотрофне живлення. Це дає змогу вирощувати сою взагалі без внесення або з мінімальними дозами дорогих та екологічно небезпечних азотних добрив. Рослини сої, як азотфіксатори, збагачують ґрунт азотом, покращуючи його структуру [3, 4].

Сою овочеву можна використовувати у вигляді борошна, макухи, зеленої маси, сіна, сінажу, трав'яного борошна для годівлі всіх видів тварин і птахів. Також можна вживати у вигляді насіння, шроту, олії, соєвого білкового концентрату з вмістом близько 60–65 % протеїну, соєвого білкового ізоляту з наявністю 90–92 % протеїну, сухого соєвого молока та інших видів продуктів її переробки [5]. З неї можна отримувати корми, які характеризуються досить високою поживністю та значним вмістом білка [6]. Зерно сої збагачене високим вмістом жиру (20–21 %), мікроелементами (176–215 мг/кг сухого насіння), вітамінами (В1 – 11–17; В2 – 2–3; С – 100– 200; біотином – 0,2; РР – 30; Е – 600 мг/кг сухого насіння та ін.) [7].

Вживання в їжу соєвого молока й олії рекомендується при багатьох захворюваннях. Із соєвого лецитину виготовляються медичні препарати. Завдяки низькому вмісту холестерину в соєвих продуктах, дана культура є ідеальною їжею для людини.

Білок сої – єдиний із рослинних білків, у складі якого є майже всі незамінні амінокислоти, необхідні для утворення білка в організмі людей і тварин, та складається переважно з водорозчинних глобулінів та альбумінів [8]. Рослинний білок є найбільш важливою складовою частиною харчових і кормових ресурсів, використання яких значно позначається на стані здоров'я людей, тривалості та рівня їх життя. Попит на високобілкову рослинну сировину дедалі зростає, зумовлюючи збільшення цін на світовому і внутрішньому ринках [9].

Нещодавно запроваджений напрям науково-технічного прогресу в харчовій індустрії передбачає розробку технології отримання текстурованих продуктів із сої, виробництво білкових гранул і волокон з наступним їх оформленням у різні види харчових продуктів – доповнювачів або замінників м'яса.

Останні десятиріччя характеризуються вражаючим розвитком виробництва сої [10]. За посівними площами і валовими зборами зерна вона є головною бобовою культурою світу. Вирощують її більше 40 країн на загальній площі понад 50 млн га. Такий значний ареал поширення пояснюється універсальністю використання сої як важливої овочевої, продовольчої, технічної та кормової культури, що зумовлено відмінним поєднанням у насінні органічних і мінеральних речовин [11].

Загалом у світі виробництво сої розглядають як метод вирішення трьох продовольчих проблем, серед яких: виробництво зерна, виробництво білка, фіксація біологічного азоту в ґрунті. На думку А. О. Бабича, такі ж проблеми соя повинна вирішити і в Україні [12].

Виробництво сої є важливою складовою світової економіки: з її урожаєм у продовольчі ресурси надійшло 100 млн т соєвого білка, вироблено 43 млн т соєвої олії, 183 млн т соєвого шроту. Її посівами засвоюється 20 млн т біологічного азоту. Дана культура є досить привабливою для господарств з огляду на економічність: її товарне зерно на внутрішньому ринку коштує майже 300 дол./т, а поріг рентабельності його виробництва становить

близько 10 ц/га (що цілком досяжно для пересічних українських сільгосппідприємств) [13].

У світовому аграрному масштабі виробництва соя займає провідні позиції однієї із важливих олійних культур [14]. Вона є однією з найбільш розповсюджених у світі зернобобових сільськогосподарських культур, яку щороку сіють на значній площі. Значне поширення зумовлене особливо цінним вмістом поживних речовин, високою економічною ефективністю виробництва, а також універсальним характером використання у харчових, кормових і технічних потребах.

Першопричинами, що зумовили зміну становища цієї культури в світі за останнє двадцятиріччя, стали зміни у структурі харчування населення розвинених країн, які пов'язані з переходом від використання тваринних жирів на рослинні та олію; а також збільшення його чисельності в країнах Азії і стрімкий розвиток галузі тваринництва у ЄС. У цілому це зумовило зростання глобального попиту на сою та переорієнтацію багатьох країн на її вирощування, серед яких опинилася і наша країна.

В Україні спостерігається стійка тенденція і високі темпи збільшення посівних площ та валових зборів сої овочевої. Якщо у 1990 р. з площі 93 тис. га було зібрано близько 100 тис. тон зерна сої при врожайності 1,3 т/га, то у 2017 р. з площі 1,9 млн га зібрано 3,8 млн тон при врожайності 1,9 т/га. Слід зауважити, що в 1990 р. соя в структурі займала 0,3 %, в 2011 р. – 3 %, а в 2017 р. – 7,1 %, в 2018 р. дещо знизилась і становила 6,2 % [15].

Найбільші площі сої були зафіксовані у Полтавській, Хмельницькій, Київській та Сумській областях. Найбільше скорочення площ посівів сої зафіксовано в Дніпропетровській (47,7%), Миколаївській (43,2 %), Харківській (36,5 %), Одеській (29 %) та Кіровоградській областях (27,3 %).

Першопричиною скорочення площ під соєю стали «соєві правки» Закону України № 2245-VIII від 21 грудня 2017 року, згідно яких з 1 вересня 2018 року до 31 грудня 2021 року скасовується бюджетне відшкодування ПДВ при експорті соєвих бобів. Станом на 30 серпня 2018 року був

підписаний законопроєкт №7403-д, яким скасовується норма щодо невідшкодування ПДВ при експорті сої, насіння свиріпи та ріпаку для виробників, які самостійно поставляють ці культури за кордон. Даний законопроєкт сприятиме відновленню зацікавленості товаровиробників у вирощуванні цієї культури, зокрема стабілізації площ посівів та виробництва цієї культури у 2020 році [16].

Її надзвичайно важлива роль в аграрному комплексі України зумовлена помітним зростанням площ і валових зборів. Одним із головних резервів зниження собівартості виробництва сої та підвищення прибутковості є збільшення середньої урожайності, що неабияк позначається на показниках конкурентоспроможності виробництва навіть за умов несприятливої цінової кон'юнктури зовнішнього і внутрішнього аграрних ринків. Недарма сою називають «золотом землі». Адже це винятково стратегічна сільськогосподарська культура світового та вітчизняного аграрного сектору.

1.2. Вплив інокуляції на ростову діяльність сої овочевої.

До найбільш вагомих біологічних процесів, які мають глобальну післядію для біосфери, належать фотосинтез і азотофіксація. Від фіксації молекулярного азоту, яку здійснюють обмежене число мікроорганізмів, залежить існування живого на Землі в тій же пропорції, в якій воно залежить від фотосинтезу, як джерела енергії. Якби азот, який виноситься з ґрунту, постійно не повертався в нього знову, життя на планеті поступово б зникло [17].

Невикористаним резервом збільшення коефіцієнтів засвоєння добрив рослинами є сучасні мікробні препарати. Їх застосування здатне збільшити ступінь засвоєння культурними рослинами діючої речовини азотних добрив на 20–30 %. Це підтверджується численними дослідами Інституту сільськогосподарської мікробіології НААН України, проведеними за використання важкого ізотопу азоту 15N, та спільними дослідженнями

мікробіологів і агрохіміків Чернігівського інституту АПВ НААН України в умовах польових експериментів і лізиметричних установок [18].

Відомо, що застосовуючи бактеризацію насіння біопрепаратами підвищується родючість ґрунту, оскільки з рослинними рештками та симбіотичним апаратом в ньому накопичується від 7 до 100 кг/га азоту, що підвищує продуктивність 1 га сівозмінної площі. Тому застосування азотфіксуючих препаратів здатне значно покращити забезпечення землеробства валовими запасами доступного азоту [19].

Біопрепарати комплексно впливають на ріст і розвиток рослин, а також стан агроценозів (насамперед – ферментативне зв'язування азоту атмосфери). На сьогодні вони створені задля ефективного застосування, проведено низку необхідних для їх рекомендації у виробництво заходів, зокрема виробничу перевірку. Індустріальне виробництво азотних добрив передбачає зв'язування атмосферного азоту за використання відомого циклу Габеша–Фіша, який є надзвичайно енергоємним, адже потребує близько 500°С і надлишкового тиску в 300 атм [20]. Лише бактерії здатні до фіксації азоту за нормальних атмосферних умов. В асоціації чи симбіозі з рослинами вони зв'язують велику кількість азоту.

Розміри фіксації атмосферного азоту в кореневій зоні небобових культур є значно нижчими, і не можуть бути достатніми для повноцінного формування урожаю. Однак, зважаючи на те, що фіксований бактеріями азот надходить безпосередньо до рослини – його ефективність значно перевищує користь аналогічної дози мінерального азоту, внесеного в ґрунт [21]. Сьогодні створено низку мікробних препаратів на основі азотфіксуючих бактерій для різних видів сільськогосподарських культур. А саме: ризобофіт (ризоторфін) – для передпосівної інокуляції бобових культур; діазофіт – для передпосівної бактеризації озимої і ярої пшениці та рису; діазобактерин – для збільшення урожайності озимого жита, гречки, злакових трав; азотобактерин та агрофіл – для бактеризації овочевих культур [22].

Слід зауважити, що вплив бактерій на доступність важкорозчинних фосфатів ґрунту є важливим аспектом механізму позитивної дії біологічно активних препаратів. Фосфатмобілізуючі мікроорганізми застосовують ферментативним шляхом органічні форми фосфатів, кількість яких є інколи досить високою в чорноземах типових, і певною мірою, покращують фосфорне живлення інокульованих рослин. Поза тим, біопрепарати метаболіти активно розчиняють мінералофосфати ґрунтів, переводячи їх із запасного пулу до метаболічного. Біологічні сполуки є дієвим інгредієнтом інтродукованих мікроорганізмів, адже забезпечують рістстимулювальний ефект для рослини. Також вони сприяють інтенсивному розвитку кореневої системи та зростанню її абсорбуючої здатності, а це важливо у засвоєнні фосфору сільськогосподарськими культурами [23].

Передпосівна підготовка до сівби займає чільне місце серед низки заходів, спрямованих на реалізацію генетичного потенціалу сучасних сортів сої інтенсивного типу. Науковими даними встановлено, що у структурі витрат на вирощування сої частка посівного матеріалу становить 10–15 %. Тож, насінню, а надто його передпосівній підготовці, варто приділяти особливої уваги з метою отримання дружніх, рівномірних і здорових сходів із подальшою високою азотфіксуючою здатністю посівів [24].

Щодо передпосівної бактеризації насіння, необхідно зазначити ефективність препаратів на основі бульбочкових бактерій для бобових культур. Даний симбіоз використання підвищує рівень продуктивності культури, вміст білка в насінні та зеленій масі рослин сої. За радянських часів користувався попитом препарат для бобових під назвою «ризоторфін». Сьогодні в Україні розроблені такі високоефективні препарати як ризогумін і ризобофіт.

Неабияк результативною є інокуляція за вирощування нетрадиційних для конкретної ґрунтово– кліматичної зони сільгоспкультур. Саме такою в Україні є соя. Упродовж використання ризогуміну її продуктивність може зростати на 30–50 % [25].

Передпосівна бактеризація забезпечує «доставку» корисних мікроорганізмів «у потрібній кількості, в потрібний час, у потрібне місце». Розвиток інтродукованих бактерій відбувається в ризосфері рослин паралельно їх органогенезу. Задля забезпечення комфортності мінерального живлення необхідно створити осередок домінування агрономічно–корисних бактерій у зоні коріння культурних рослин. Адже саме мікроорганізми здатні перетворювати недоступні для рослин сполуки у ті «цеглини», з яких рослина «будує» свій організм. Водночас, мікробні препарати, в складі яких є фізіологічно активні речовини бактеріального походження (своєрідні стимулятори росту, але не хімічні), активно впливають на розростання кореневої системи, формування збільшеної абсорбуючої площі, що загалом призводить до зростання ступеня використання діючої речовини добрив інокульованими рослинами [26].

З метою інокуляції та стимулювання росту рослин, захисту від збудників кореневих хвороб в Інституті сільськогосподарської мікробіології НААН розроблено новий високоефективний і екологічно безпечний мікробний біопрепарат хетомік у формі порошку коричневого кольору, один грам якого містить 1–2 мільярди спор. Його розроблено на основі поєднання гриба–антагоніста з роду хетомій та штаму симбіотичних азотфіксуючих бактерій роду Rhizobium. Результатами багаторічних вегетаційних, польових і виробничих дослідів виявлено: хетомік має високу селективну дію та післядію, не забруднює довкілля, надійно захищаючи рослини від кореневих хвороб. Даний біопрепарат не спричиняє антагонізму до штамів симбіотичних і асоціативних азотфіксуючих і фосфатмобілізуючих мікроорганізмів. Його рекомендовано для покращення живлення рослин та захисту від хвороб, серед яких: сіра та біла гнилі гороху, сої, соняшнику, овочевих культур; фузаріоз і фузаріозне в’янення гороху, сої, люпину, льону, багаторічних трав, овочевих культур та ін. [27].

За результатами досліджень ряду авторів виявлено: в симбіотичній парі сорт – рослини значно більшою мірою сорт впливав на врожайність, аніж

штам бульбочкових бактерій. Задля ефективності симбіозу, варіювання, пов’язане з міжсортовими відмінностями рослин є значно більшим за те, що пов’язане зі штамовими відмінностями бактерій. Також відзначено, що нітрогеназна активність однаково залежить від обох партнерів бобово–ризобіального комплексу, однак результативність симбіозу більшою мірою залежить від генотипу рослини, а не бактерій [28].

Незважаючи на значну кількість робіт, присвячених аналізу фізіолого–біологічних механізмів фіксації молекулярного і азоту атмосфери бобовими, співвідношення симбіотичного і автотрофного азотного живлення недостатньо вивчене. У сої відносна ефективність використання фіксованого азоту і азоту з мінеральних добрив неабияк залежить від сорту та умов вирощування рослин, тому врожайність від інокуляції здебільшого може бути вищою, аніж від застосування азотних добрив [29].

Розроблені та успішно впроваджені сучасні технології вирощування сої в Україні передбачають передпосівну інокуляцію активними штамами бульбочкових бактерій, що надходять на ринок як біоактивні препарати (ризоторфіну, ризобофіту, екограну та ін.). Внаслідок проведених досліджень з вивчення впливу інокуляції та мінеральних добрив на продуктивність сої, науковці дійшли висновку, що правильна система удобрення сої підсилює симбіотичну фіксацію азоту та є вагомим методом залучення цього найбільш дефіцитного елемента живлення рослин в біологічний кругообіг [30].

Надзвичайно результативною є інокуляція на ґрунтах, незаражених активними соєвими расами мікроорганізмів роду Rhizobium japonicum. Без передпосівної бактеризації неможливе утворення бульбочок. На полях тривалого вирощування сої створюється аборигенна популяція бульбочкових бактерій, здатних спонтанно інфікувати корені молодих рослин, однак вони малоактивні та малоефективні, часто знижують активність виробничих штамів, як наслідок – застосування бактеріальних препаратів може виявитись недоцільним та недієвим [31].

Отже, кожен вид бобових культур потребує розробки індивідуального препарату на основі специфічних бульбочкових бактерій. У випадку використання невідповідного штаму, його дія не проявлятиметься, оскільки він не здатен утворити бульбочки на нечутливій бобовій рослині. Тобто, інтенсивна технологія вирощування сої передбачає використання високоефективних та конкурентоспроможних штамів бульбочкових бактерій, специфічних для даної культури.

Біологічним препаратам властива низька собівартість, вони технологічні, нешкідливі для людини та навколишнього середовища [32]. Тож, є всі підстави стверджувати, що потреба в мікробних препаратах землеудобрювальної дії зростатиме з року в рік, зважаючи як на великі площі сільгоспугідь в Україні, так і на тенденції застосування біопрепаратів у сільському господарстві інших країн.

РОЗДІЛ 2
УМОВИ, ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРИ

Польові дослідження проводили в 2021– 2023 рр. на базі Уманського національного університету садівництва Уманської територіальної громади (Уманського району Черкаської області), що відноситься до зони центрального Правобережного Лісостепу України.

2.1. Характеристика грунтово-кліматичних умов проведення досліджень.

Оптимізація технології вирощування сільськогосподарських культур, зокрема сої овочевої, передбачає врахування погодно–кліматичних та ґрунтових умов, а саме: температурного режиму повітря та ґрунту, кількості опадів, тривалості і строків настання теплого періоду, агрохімічних та водно–фізичних властивостей ґрунту. Аналіз погодно–кліматичних та ґрунтових умов дозволяє передбачити особливості росту, розвитку та продуктивність культур в окремих екологічних зонах. Цей аналіз допомагає адаптувати існуючі технології вирощування сільськогосподарських культур для кожної конкретної зони.

У структурі ґрунтів найбільшу частку займають чорноземи опідзолені. За вмістом гумусу в орному (0–20 см) шарі ґрунту – 1,2 %, pH сольовим 7,2, щільністю ґрунту в межах 1,58 г/см3. Забезпеченість легкогідролізовним азотом – 72,8. мг/кг ґрунту, обмінним калієм та рухомим фосфором (за Мачигіним) у шарі 0–20 см 54,0 і 26,0 мг/кг ґрунту відповідно. Гідролітична кислотність, мг/екв./100 г ґрунту – 1,74 [33].

Ці ґрунти придатні під усі районовані в зоні сільськогосподарські культури і плодово–ягідні насадження. Згідно з агрохімічним обстеженням дослідних ділянок, кислотність ґрунту знаходиться в задовільному діапазоні

для вирощування сої овочевої. Негативного впливу розчинних солей (за показником електропровідності) на культуру сої не виявлено. Згідно літературних даних соя не пред'являє великих вимог до ґрунтів. Її вирощують на чорноземах, каштанових і підзолистих ґрунтах різного механічного складу, від супісків до важких суглинків. Вона добре росте при відносно близькому стоянні ґрунтових вод, але не переносить кислих, заболочених ґрунтів і солончаків. Такі ґрунти без відповідного поліпшення для сої непридатні. Соя овочева витримує ґрунти з pH від 5 до 8, причому оптимальним для неї є pH 6,5–7,0 [34]. Для отримання високих сталих врожаїв культури необхідно враховувати запаси поживних речовин у ґрунті, винос елементів живлення культурами, вплив добрив на підвищення врожайності культур і їх якості, родючість ґрунту.

У кліматичному відношенні територія регіону, де проводили дослідження, характеризується сприятливими умовами для розвитку та вирощування сої овочевої. Клімат помірно-континентальний: зима м'яка з нестійкими морозами; літо тепле, нежарке, весна і осінь – затяжні із значними опадами. Річні суми опадів складають 550-650 мм. Область отримує 92,7 ккал/см2 сумарної сонячної радіації на рік. Пряма сонячна радіація знижується в результаті високої хмарності і становить 40 % від сумарної [35].

В холодний період року (листопад-березень) середня температура становить 1–3°С. Температура найхолоднішого місяця січня становить -6°С. Сонячна погода в зимовий період тримається 40–45 діб, решту діб – похмура погода чи з опадами. Утворення снігового покриву відмічається в другій-третій декаді грудня. Кількість діб з ожеледицями і заметілями становить 15–20. Середня висота снігового покриву коливається від 10 до 15 см.

Характерними для району є літні зливи й грози. Найбільше їх спостерігається у липні та вересні, інколи зливи супроводжуються градом. Протягом року спостерігається в середньому два дні з градом, найчастіше в червні та липні. В окремих місцях з нерівним рельєфом зливи можуть залити

поверхневий шар ґрунту. Характер рельєфу – рівнинний . Найменша кількість опадів спостерігається у березні (30 мм). Найбільші місячні суми опадів в окремі роки сягають 120–150 мм.

2.2. Погодні умови за період проведення досліджень.

Аналіз погодно-кліматичних умов в роки проведення досліджень засвідчив, що всі роки вирізнялися нестабільністю гідротермічних умов та значними відхиленнями від середньо багаторічних показників в окремі місяці. Найбільше на продуктивність сої овочевої впливав брак вологи у найкритичніші періоди росту та розвитку культури та понаднормова кількість опадів під час жнив.

Так, вегетаційний період 2021 року був своєрідний за погодно–кліматичними умовами, загалом досить спекотним та посушливим. Середньодобова температура повітря в травні становила 14,2 ^{0}C, що на 0,8 ^{0}C було нижче за середній багаторічний показник. Сівбу сої проводили 11 травня, тому на початок сівби ґрунт був добре прогрітий і достатньо зволожений. Температура ґрунту на глибині 10– 12 см становила 8–10 °С (додаток Б). Проте надалі вологи для набубнявіння і проростання насіння було недостатньо. Зокрема, в першій декаді травні 2021 року кількість опадів склала 69,1 мм, в другій – на час проростання насіння сої – лише 1,3 мм тому сходи з’явилися нерівномірно. В цілому за місяць випало 105,8 мм опадів тоді як багаторічна норма – 83,2 мм; Кс при цьому складав 1,7.

У 2021 році в окремі періоди вегетації сої, зокрема з травня по липень, спостерігалося швидке наростання позитивних температур та екстремальне зниження гідротермічного коефіцієнта, що вказує на посушливість погодних умов. Це зниження зумовлене істотним зменшенням опадів у зазначений період. Спекотна погода червня з недостатньою кількістю опадів значною мірою вплинула на ріст рослин і прискорила настання фази цвітіння. Нетипово сухий червень (38 проти 85,7 мм норми) місяць виявився

критичним для формування генеративних органів рослин. У даний період в рослин сої проходила фаза цвітіння–бобоутворення і висока температура негативно вплинула на запилення квіток і утворення плодів.

Вегетаційний період 2022 року загалом характеризувався вищими за попередній, 2021 року, показниками зволоження. Так, в травні 2022 року тепла весняна погода в поєднанні з достатнім зволоженням ґрунту, була сприятлива для проростання насіння рослин сої (додаток Б 1). Значна сума активних температура (542,7 проти 465 °С) в травні дозволила провести сівбу сої в першій декаді місяця – 9 травня. У травні середньомісячна температура була вищою за середньобагаторічну, особливо у першій та третій декадах місяця і становила 17,5 проти 15,0 ºС. Завдяки сприятливому поєднанню тепла і вологи (кількість опадів в другій декаді місяця – 67,9 мм, майже дорівнювала місячній сумі), сходи з’явилися на 9–10 день (18–19 травня). Практично повна відсутність опадів в кінці травня та в першій декаді червня на фоні високої середньодобової температури прискорила ріст і розвиток рослин обмеживши наростання значної вегетативної маси рослин. Температурний режим впродовж літнього періоду 2022 року був досить сприятливим, його показники не були ні занадто високими, ні низькими та коливались у межах багаторічної норми.

Вегетаційний період 2023 року (дадаток Б 2) був достатньо вологим та теплим, проте за роки проведення досліджень максимально наближеним до середньобагаторічних показників і найбільш сприятливим для формування врожаю сої овочевої. Сівбу проводили 7 травня. Прохолодні та достатньо вологі погодні умови в травні сприятливо вплинули на проростання насіння та дружність появи сходів сої. Варто відмітити, що в окремі місяці за температурним показником спостерігалися умови, наближені до екстремальних. Так, в 2023 році червень виявився аномально жарким. Середньодобова температура місяця склала 21,8 °С проти 18°С багаторічної норми (Кс = 2,64), проте кількість опадів була на рівні середньої багаторічної

норми, що сприяло збільшенню висоти рослин, формуванню значної вегетативної маси та кількості плодоелементів.

Аналіз метеорологічних показників вегетаційного періоду сої в 2023 р. дозволяє стверджувати, що він в цілому характеризувався більшою порівняно з багаторічною нормою кількістю опадів (Кс 0,9) та дещо нижчою до норми сумою активних температур (Кс -0,64).

Слід відмітити, що в цілому температурний режим повітря та достатня кількість опадів у 2023 р. були найбільш наближеними до середньо багаторічних показників і максимально сприятливими для нормального формування генеративних органів у сортів сої, що дозволило культурі сформувати найвищий за роки проведення досліджень врожай.

2.3. Схема і обєкти досліду.

Трифакторний польовий дослід з вивчення особливостей формування продуктивності сортів сої овочевої залежно від інокуляції насіння та підживлення хелатними мікродобривами включав: чинник А –сорти сої овочевої, чинник В – інокуляція насіння, чинник С – підживлення хелатними мікродобривами (табл. 2.1). Загальна площа елементарної ділянки – 84 м^2, облікової – 52,8 м^2. Повторність досліду чотириразова.

Обробку насіння сої інокулянтом Легум Фікс, що містить у своєму складі штам бульбочкових бактерій Bradyrhizobium japonicum 532c, проводили в день сівби нормою 2,5 кг препарату на 1,0 т насіння. Сою висівали звичайним рядковим способом з шириною міжрядь 15 см та нормою висіву 600 тис. схожих насінин на 1 га. На контрольному варіанті чинника С, де не проводили позакореневі підживлення, проводили обприскування посівів водою з розрахунку 300 л/га у ті фази, коли проводили внесення хелатних мікродобрив.

Позакореневі підживлення хелатними мікродобривами проводили відповідно до рекомендацій їх виробників: Вуксал Ойлсід на початку та в

повне цвітіння (ВВСН 60–66) з нормою витрати 2,0 л/га, Квантум-Олійні – у фазу бутонізації (перед цвітінням) (ВВСН 50–59) та на початку формування насіння (ВВСН 71-73) з нормою витрати 2,0 та 1,0 л/га.

Таблиця 2.1.

Схема досліду

Чинник А сорт	Чинник В інокуляція насіння	Чинник С підживлення
Романтика	Без інокуляції (контроль)	Без підживлення (контроль)
		Вуксал Ойлсід
		Квантум-Олійні
	Легум Фікс	Без підживлення (контроль)
		Вуксал Ойлсід
		Квантум-Олійні
Sac UD0202500	Без інокуляції (контроль)	Без підживлення (контроль)
		Вуксал Ойлсід
		Квантум-Олійні
	Легум Фікс	Без підживлення (контроль)
		Вуксал Ойлсід
		Квантум-Олійні

Вуксал Ойлсід (Aglukon GmbH, Німеччина) – висококонцентрована суспензія з вмістом сірки, бору, марганцю і молібдену, що володіє властивістю pH-корекції (для ефективної роботи ЗЗР), а також з додатковими ефектами прилипача і сурфактанту. Містить бор (B) 84 г/л; марганець (Mn) 70 г/л; молібден (Mo) 3,5 г/л; сірку (S) 42 г/л; триоксид сірки (SO3) 105 г/л. Склад та співвідношення мікроелементів відповідає фізіологічним потребам олійних культур – ріпаку, соняшнику, сої та ін. Сприяє кращому формуванню плодів, підвищує врожайність і вміст олії в продукції.

Квантум-Олійні (НВК «Квадрат», Україна) – висококонцентроване комплексне хелатне добриво для листкового підживлення олійних культур, а також для обробки насіння. Містить велику кількість цинку, міді та марганцю: N – 7 %;P2O5 – 6 %; K2O – 9 %; SO3 – 3 %; B – 0,6 %; Zn – 1,2 %;

Cu – 1,2 %; Mn – 1,2 %; Mo – 0,015 %; Ni – 0,01 %; Co – 0,003 %; гумінові речовини, амінокислоти.

Сорт Романтика – ранньостиглий. Вегетаційний період складає 90–100 днів. Олійність складає 21–22%. Висота кріплення нижнього стручка – 12 см. Висота рослини 80 см. Потенційна врожайність 3,5–3,7 т. Маса 1000 зерен 150–160 г. Вміст білка 39–40 %. Адаптується до різноманітних ґрунтово-кліматичних умов вирощування. Рекомендована зона вирощування степ, лісостеп. Добре пристосований до механізованого збирання, можна використовувати як попередник під озиму пшеницю. Сорт зернового напрямку широко використовується на харчові цілі. Висока стійкість сорту до основних хвороб та шкідників і стресових факторів. Стійкість до вилягання і осипання – 8 балів.

Сорт Sac UD0202500 – середньоранній (Японія). Вегетаційний період складає 105–115 днів. Олійність складає 20–21%. Висота кріплення нижнього стручка – 11 см. Висота рослини 90 см. Потенційна врожайність 3,0–4,0 т. Маса 1000 зерен 190–200 г. Вміст білка 42–43 %. Адаптується до різноманітних ґрунтово-кліматичних умов вирощування. Рекомендована зона вирощування степ, лісостеп. Сорт зернового напрямку широко використовується на харчові цілі. Висока стійкість сорту до склеротиніозу і стресових факторів. Стійкість до вилягання і осипання – 9 балів.

2.4. Методика обліків і спостережень.

Для досягнення поставленої мети проводились наступні спостереження, обліки та аналізи:

- фенологічні спостереження за рослинами сої овочевої проводили за методикою Ф. М. Куперман та Є. В. Бочкарьової. Початок фаз росту рослин фіксували за настанням їх не менше ніж у 10 % рослин, повна фаза – 75 % і більше відсотків [36];

- висоту рослин вимірювали лінійкою за настання кожної фази розвитку рослин;

- густоту стояння рослин визначали двічі за вегетацію на фіксованих ділянках: за повної появи сходів та у фазу повної стиглості;
- суху речовину визначали шляхом відбору з кожного варіанта по 25 рослин у дворазовому повторенні з несуміжних повторень. Проби рослин зважували, висушували за температури 105 °С і перераховували на суху речовину [37];
- площу листкової поверхні визначали за методикою А. О. Ничипоровича [38];
- чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) за певні проміжки часу [39];
- визначення структури врожаю здійснювали за методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур [40];
- облік урожаю проводили методом прямого комбайнування з кожного варіанта;
- вміст жиру та білка у зерні сої та відповідність їх ДСТУ 4964:2008 [41] визначали за методом інфрачервоної спектрометрії на інфрачервоному аналізаторі NIP Scanner 4250 з комп'ютерним забезпеченням ADI DM 3114;
- економічну оцінку проводили розрахунковим методом із використанням технологічних карт вирощування сої;
- біоенергетичний аналіз здійснювали за методикою Медведовського О. К. та Іваненка П. І. [42];
- отримані дані аналізували за методами математичної статистики на персональному комп'ютері з використанням програмного пакета «Statistica–6» [43].

2.5. Агротехнічні умови проведення досліду.

Агротехніка вирощування сої овочевої загальноприйнята для зони дослідження, крім елементів технології, що вивчалися. Попередник в досліді пшениця озима. Основний обробіток ґрунту – поліпшений, трактором Джондір 8430 + диско лаповий агрегат Хорш Тайгер 4 мт (HORSCH Tiger 4

МТ). Передпосівний обробіток на дослідних ділянок проводили безпосередньо перед сівбою культури. Система удобрення культури включала внесення N47 P24 K24 у вигляді 150 кг/га нітроамофоски (NPK 16:16:16) та 110 кг/га сульфату амонію.

Сівбу розпочинали за температури ґрунту на глибині загортання насіння 10–12 ºС. Сіяли сівалкою HORSCH Pronto 6 DC з міжряддям 15 см на кінцеву густоту 600 тис. рослин на 1 гектар. Контроль чисельності бур'янів здійснювали шляхом внесення гербіцидів Базагран у нормі 3,0 л/га та Харума (125 г/л) в нормі 0,4-0,8 л/га у фазу двох справжніх листків сої. Захист посівів сої від шкідників включав застосування інсектициду Карате Зеон (діюча речовина лямбда–цигалотрин 50 г/л) у нормі 0,150 л/га. Збирання та облік урожаю проводили за повної стиглості культури (за шкалою росту і розвитку сої ВВСН-99 – стадія збирання врожаю зерна).

2.6. Заходи безпеки при вирощуванні культури.

Згідно інструкції з охорони праці до роботи з агрохімікатами мають бути допущені лише працівники, що пройшли медогляд, спеціальну підготовку та одягнені у непошкоджений спецодяг. Вагітні жінки, жінки-годувальниці, пенсіонери та неповнолітні особи, а також що мають медичні протипоказання не можуть бути допущені до роботи з агрохімікатами. Працівники, що задіяні у даному процесі обов'язково повинні мати при собі посвідчення, що надає право роботи з агрохімікатами та пестицидами, медичну книжку і наряд на виконання робіт. Ці документі необхідно пред'являти на вимогу представників держаного нагляду та відомчого контролю. Ці роботи мають проводитись суворо у засобах індивідуального захисту (ЗІЗ), до якого належать спецодяг, спецвзуття, рукавиці, гумові рукавички, захисні окуляри і респіратори. Під час роботи з небезпечними розчинами пестицидів необхідно прислухатись до свого самопочуття та дотримуватись правил техніки безпеки. Якщо з'являються відчуття

стомленості, сонливості або болю необхідно залишити робоче місце, вжити медичні препарати з аптечки або звернутись за допомогою до присутніх осіб. Робочі розчини повинні бути завжди під наглядом. Якщо сталася аварійна ситуація необхідно припинити робочий процес, сповістити усіх задіяних робітників, а також повідомити керівника робіт. У випадку наявності потерпілих осіб необхідно надати першу допомогу або викликати «швидку» [44].

Не дозволено, але не заборонено – саме так працює нинішній Закон №1103-V України про обіг ГМО та залишає питання регулювання в сфері ГМО відкритим. А тим часом в Україні вирощують ГМ-сою і не виключено, що виробники додають ГМ-сировину до продуктів харчування. До прикладу, як часто в магазині ви бачите маркування «без ГМО» на продукції? А наскільки цьому вірите?

Основними положеннями законопроєкту № 5839 на сьогодні передбачено: удосконалити систему оцінювання ризиків ГМО щодо можливого впливу на здоров’я людини та навколишнього середовища, запровадити європейські механізми державної реєстрації ГМО, удосконалити вимоги до маркування ГМ-продукції, посилити державний контроль у сфері поводження з ГМО із встановленням відповідальності за порушення законодавства у цій сфері. Крім того, розмежувати повноваження органів державної влади з метою усунення дублювання функцій у сфері поводження з ГМО.

Він підкреслив, що в європейських країнах ситуація щодо обігу ГМО різна. Є країни, в яких заборонено і вирощування і використання ГМО, а є такі, в яких дозволене вирощування ГМ-рослин, але заборонене використання, зокрема, у кормах. Є такі, де дозволено і те, і інше. Та які б не були визначені правила в кожній країні, процедура поводження з ГМО всюди чітко прописана [45].

РОЗДІЛ 3
РІСТ ТА РОЗВИТОК СОЇ ОВОЧЕВОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ІНОКУЛЯЦІЇ
(результати досліджень)

3. 1. Вегетативний ріст і розвиток рослин.

Позакореневе підживлення є додатковим джерелом постачання елементів живлення сої та формування стабільного посіву. У процесі проведених досліджень було виявлено вищий відсоток польової схожості рослин у сорту Романтика. Так, на момент повних сходів густота стояння рослин сої сорту Романтика становила на рівні 55,4–56,6 шт./м2, сорту Sac – 52,8–52,9 шт./м2 залежно від інокуляції (табл. 3.1).

Оскільки позакореневі підживлення комплексними хелатними мікродобривами Вуксал Ойлсід і Квантум-Олійні здійснювали на початку, в повне цвітіння (ВВСН 60–66) і у фазу бутонізації (перед цвітінням) (ВВСН 50–59), а також на початку формування насіння (ВВСН 71–73) на густоті стояння рослин сої у фазу повних сходів вони не позначались. За інокуляції насіння препаратом Легум Фікс зафіксовано незначний вплив на густоту стояння рослин сої у фазу повних сходів. Різниця в кількості рослин на одиницю площі на ділянках з інокуляцією насіння та без її проведення у досліджуваних сортів сої не перевищувала 0,5–2,0 %.

За результатами проведених експериментів встановлено, що густота стояння рослин сої впродовж їх росту і розвитку зазнавала певних змін, залежно від інокуляції насіння та внесення позакореневих підживлень. Зважаючи на схему застосування останніх на посівах сої, дещо різнилася кількість рослин, які залишились на момент збирання врожаю. Так, у варіанті без підживлень та інокуляції перед збиранням сої сорту Романтика зафіксовано 49,2 шт./м2, разом з цим виживаність рослин становила 88,8 %, сорту Sac – 46,2 шт./м2 та 87,5 % відповідно.

Таблиця 3.1

Густота стояння та виживання рослин сортів сої залежно від підживлення та передпосівної інокуляції насіння (середнє за 2021–2023 рр.)

Сорт	Варіант підживлення	Фаза росту рослин									
		повні сходи				повна стиглість					
		к-сть рослин шт./м^2		% від норми висіву		к-сть рослин шт./м^2		% від норми висіву		% від сходів	
		*проведення передпосівної інокуляції									
		б/і	і	б/і	і	б/і	і	б/і	і	б/і	і
Романтика	Без підживлення (контроль)	55,4	56,4	92,3	94,0	49,2	50,6	82,0	84,3	88,8	89,8
	Квантум-Олійні	55,7	56,5	92,8	94,2	50,3	52,2	83,8	87,0	90,3	92,4
	Вуксал Ойлсід	55,7	56,6	92,8	94,3	51,4	53,4	85,7	89,0	92,2	94,3
Sac UD0202500	Без підживлення (контроль)	52,8	52,7	88,0	87,8	46,2	46,5	77,0	77,5	87,5	88,2
	Квантум-Олійні	52,7	52,9	87,8	88,2	47,2	48,2	78,7	80,3	89,5	91,1
	Вуксал Ойлсід	52,9	52,8	88,2	88,0	48,2	49,1	80,3	81,8	91,2	92,9
НІР 05		*0,3*	*0,2*	*0,4*	*0,2*	*1,1*	*1,3*	*1,6*	*2,3*	*1,7*	*1,9*

*Примітка: б/і – насіння без інокуляції; і – інокульоване насіння.

Густота стояння рослин на цьому ж варіанті досліду за інокуляції насіння на момент перед збиранням була на рівні 50,6 та 46,5 шт./м2, виживаність – 89,8 та 88,2 % відповідно. Завдяки застосуванню мікродобрива Квантум-Олійні у фазу бутонізації (перед цвітінням) (ВВСН 50–59) і на початку формування насіння (ВВСН 71–73), було забезпечено краще збереження рослин сої, порівняно з контрольним варіантом (без підживлення), і цей показник був на рівні 50,3 шт./м2 у сорту Романтика та 47,2 шт./м2 у сорту Sac на момент збирання культури. А виживаність сої на даному варіанті досліду становила 90,3 та 89,5 % відповідно. Вищими показниками виживаності рослин сої сортів характеризувався варіант із дворазовим (на початку та в повне цвітіння, ВВСН 60–66) внесенням

мікродобрива Вуксал Ойлсід. За такої умови чисельність рослин сорту Романтика на період збирання була на рівні 51,4 шт./м2, а виживаність рослин на варіанті складала – 92,2 %, сорту Sac – 48,2 шт./м2 та 91,2 %.

Так, внаслідок досліджень було встановлено, що позакореневі підживлення, як один із елементів технології, впливали на формування виживаності агрофітоценозу сортів сої Романтика та Sac. Відповідно до контрольного варіанту, виживаність рослин за дворазового застосування мікродобрив підвищилась на 1,5–3,7 %, а за додаткової інокуляції насіння бактеріальним препаратом – на 2,4–4,5 %.

Отже, задля збільшення врожайності сої, зокрема підвищення виживаності посіву та збереження густоти стояння рослин, необхідно розуміти фізіологічні потреби культури, раціонально та обґрунтовано застосовувати бактеріальні препарати й позакореневі підживлення ефективними макро-, мікроелементами та біологічно активними речовинами.

Упродовж проведених нами досліджень встановлено, що на ділянках досліду, де у фазу бутонізації вносили в підживлення хелатне комплексне мікродобриво Квантум-Олійні початок цвітіння рослин сої досліджуваних сортів зафіксовано на 3–4 доби раніше, ніж на контрольних ділянках досліду та тих, де вносили Вуксал Ойлсід. Так, початок цвітіння рослин сої сорту Романтика на варіантах контролю та Вуксал Ойлсід спостерігався на 44 добу, за підживлення Квантум-Олійні – на 41 добу, сорту Sac – на 47 та 43 добу відповідно (табл. 3.2). Подальше проходження фаз росту рослин сої на варіанті досліду з підживленням Квантум-Олійні відносно контролю подовжувалося на 2–4 доби.

На контрольних варіантах досліду (без підживлення та інокуляції насіння) початок цвітіння рослин сої сорту Романтика зафіксовано через 44 доби після фази повних сходів, сорту Sac – через 47 діб відповідно. За інокуляції Легум Фікс початок цвітіння відзначено пізніше на 2–3 доби. Зокрема, у сорту Романтика цвітіння настало через 46 діб після фази повних сходів, у сорту Sac – через 50 діб. Фаза повного наливу насіння на цих же

варіантах без внесення добрив та застосування інокуляції зафіксована відповідно через 87 та 101 добу. На варіантах з інокуляцією насіння сої Легум Фікс у сортів вищезазначена фаза спостерігалась через 89 та 103 доби відповідно, що на 2 доби довше, порівняно з варіантами без інокуляції насіння.

Таблиця 3.2

Тривалість міжфазних періодів сої залежно від підживлення та передпосівної інокуляції насіння, діб (середнє за 2021–2023 рр.)

Сорт	Варіант підживлення	Тривалість від фази повних сходів до							
		початку цвітіння		кінця цвітіння		повного наливання насіння		повної стиглості	
		проведення передпосівної інокуляції*							
		б/і	і	б/і	і	б/і	і	б/і	і
Романтика	Без підживлення (контроль)	44	46	71	75	84	89	105	109
	Квантум-Олійні	41	42	73	78	87	90	108	111
	Вуксал Ойлсід	44	46	78	79	87	91	111	113
Sac UD0202500	Без підживлення (контроль)	47	50	78	80	100	103	120	122
	Квантум-Олійні	43	46	79	82	102	105	121	124
	Вуксал Ойлсід	47	50	81	85	104	107	123	125
$НІР_{0,5}$		1,08		2,15		1,27		2,04	

*Примітка: б/і – насіння без інокуляції; і – інокульоване насіння.

Зокрема, завдяки внесенню в підживлення хелатного мікродобрива Вуксал Ойлсід на початку та в повне цвітіння (ВВСН 60–66) з нормою витрати 2,0 л/га, подовжувалася тривалість фаз росту у всіх досліджуваних сортів сої, порівняно з контрольним варіантом. На початку вегетації різниця була меншою і становила 3−4 доби. Причому, на варіантах із проведенням підживлення хелатним мікродобривом Вуксал Ойлсід та інокуляцією насіння Легум зафіксовано подовження фаз росту на 5−7 діб. Так, кінець цвітіння

рослин сої на ділянках досліду, де вносили Вуксал Ойлсід та проводили інокуляцію Легум Фікс, відзначено на 79 та 85 добу проти 75 та 80 діб на контролі, фазу повного наливання – на 91 та 107 добу проти 89 та 103 діб відповідно.

Отже, тривалість міжфазних періодів в онтогенезі сої та їх співвідношення різнились між собою, зважаючи на рівень забезпеченості елементами живлення в основні фази росту. Різниця по роках за настанням фаз складала до 15 діб залежно від сорту та досліджуваних чинників, підживлення посівів хелатними комплексними мікродобривами. Внесення Вуксал Ойлсід на початку та в повне цвітіння (ВВСН 60–66) з нормою витрати 2,0 л/га, Квантум-Олійні – у фазу бутонізації (перед цвітінням) (ВВСН 50–59) та на початку формування насіння (ВВСН 71-73) подовжувало настання фаз розвитку до 12 діб та сортових особливостей. Різниця в настанні фаз розвитку, залежно від досліджуваних чинників, між сортами складала до 14 діб.

Шляхом проведених досліджень нами встановлено, що середня тривалість вегетаційного періоду залежала від генетичних особливостей сортів та підживлення посівів хелатними мікродобривами, інокуляції насіння Легум Фікс. У сортів варіювала від 105 до 125 діб (табл. 3.3).

Найдовший період вегетації зафіксовано у найбільш вологому 2022 році: завдяки значній вологості зернової маси та зливним опадам наприкінці місяця збирали врожай сої в першій декаді жовтня.

У найсухішому за роки досліджень 2021 році задля досягнення повної стиглості сорту Романтика знадобилося, залежно від підживлення та інокуляції насіння, від 100 до 108 діб, сорту Sac – від 115 до 120 діб. У найбільш сприятливому для формування врожайності сої 2023 році вегетація була середньою і варіювала, залежно від досліджуваних чинників, у сорту Романтика в межах 113–121 діб, у сорту Sac – 125–132 діб.

Період вегетації сортів сої в середньому за роки досліджень на варіантах із інокуляцією насіння, порівняно з варіантами без її застосування на різному

фоні удобрення, був довшим на 3−5 діб. На варіантах досліду без інокуляції насіння Легум Фікс тривалість вегетації у сорту Романтика варіювала в межах 105–111 діб залежно від підживлення, у сорту Sac – 120–123 доби відповідно. За інокуляції насіння препаратом Легум Фікс − подовжувалася до 109–113 діб у сорту Романтика, і до 122–125 діб у сорту Sac.

Таблиця 3.3

Тривалість вегетаційного періоду сортів сої залежно від підживлення та передпосівної інокуляції насіння, діб

Сорт	Варіант підживлення	Рік						Середнє за 2021–2023 рр.	
		2021		2022		2023			
		проведення передпосівної інокуляції*							
		б/і	і	б/і	і	б/і	і	б/і	і
Романтика	Без підживлення (контроль)	100	102	113	118	103	106	105	109
	Квантум-Олійні	102	105	116	119	105	108	108	111
	Вуксал Ойлсід	106	108	117	121	110	111	111	113
Sac UD0202500	Без підживлення (контроль)	115	117	125	128	120	121	120	122
	Квантум-Олійні	116	120	127	129	120	122	121	124
	Вуксал Ойлсід	118	120	130	132	122	124	123	125
НІР $_{0,5}$ – 1,8		чинник А – 1,3		чинник Б – 0,9		чинник В – 0,5			

*Примітка: б/і – насіння без інокуляції; і – інокульоване насіння.

Упродовж вегетаційного періоду наростання площі листкової поверхні відбувалося неоднаково. В початкові фази росту і розвитку даний процес тривав досить повільно. Однак, починаючи з фази бутонізації швидко наростав, набуваючи максимуму в фазі цвітіння. Незначно зменшувалася листкова поверхня лише у фазу наливу насіння, зважаючи на вологозабезпеченість рослин.

Нами було виявлено, що в середньому за роки проведення досліджень більшу площу листкової поверхні формував ранньостиглий сорт сої

Романтика, що може бути зумовлено більшим габітусом рослин в процесі онтогенезу. Залежно від варіанту досліду та періоду росту рослин, площа листкової поверхні варіювала в межах 21,5–45,7 тис. м^2/га, тоді як у сорту Sac була в межах 19,8–44,7 тис. м^2/га. Площа листкової поверхні у сорту Романтика у всіх фазах росту і розвитку була на 0,2–4,1 тис. м^2/га більшою, порівняно з сортом Sac.

На варіанті з інокуляцією насіння Легум Фікс та за двократного внесення хелатних мікродобрив Вуксал Ойлсід сорту Романтика у фазі цвітіння становила 45,7 тис. м^2/га, при 45,1 тис. м^2/га – у варіанті без інокуляції та за такого ж удобрення, порівняно з абсолютним контролем – 43,4 тис. м^2/га. Дещо нижчий показник відзначено у сорту Sac, що у таких же варіантах досліду становив – 44,7 тис. м^2/га (інокуляція, Вуксал Ойлсід, фаза цвітіння) та 43,9 тис. м^2/га (без інокуляції, Вуксал Ойлсід, фаза цвітіння), що на 3,4 та 0,5 тис. м^2/га вище, порівняно з абсолютним контролем (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Динаміка площі листкової поверхні рослин сої залежно від підживлення та інокуляції, тис.м^2/га, (середнє за 2021–2023 рр.)

Варіант підживлення	Сорт	Фази росту та розвитку		
		бутонізація	цвітіння	налив насіння
Без інокуляції				
Без підживлення (контроль)	Романтика	21,5	43,4	39,6
	Sac	19,9	41,3	38,0
Квантум-Олійні	Романтика	24,2	44,7	41,2
	Sac	21,7	43,6	39,0
Вуксал Ойлсід	Романтика	21,5	45,1	40,8
	Sac	19,8	43,9	39,4
Інокуляція насіння				
Без підживлення (контроль)	Романтика	22,1	43,8	41,3
	Sac	20,0	41,7	39,4
Квантум-Олійні	Романтика	24,8	45,3	41,7
	Sac	22,8	44,2	41,3
Вуксал Ойлсід	Романтика	22,4	45,7	43,2
	Sac	20,9	44,7	41,6
НІР $_{0,5}$		0,7	1,1	0,9

Упродовж вегетаційного періоду величина чистої продуктивності фотосинтезу посівів значно різнилась залежно від фаз росту і розвитку, поступово збільшуючись від фази бутонізації і до формування та достигання насіння сої (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Чиста продуктивність фотосинтезу рослин залежно від підживлення та інокуляції насіння, г/м^2*добу (середнє за 2021–2023 рр.)

Варіант підживлення	Сорт	Періоди росту та розвитку		
		бутонізація – цвітіння	цвітіння – утворення бобів	утворення бобів – формування насіння
Без інокуляції				
Без підживлення (контроль)	Романтика	2,16	3,54	4,11
	Sac	1,97	3,45	4,04
Квантум-Олійні	Романтика	2,20	3,62	4,19
	Sac	2,10	3,48	4,08
Вуксал Ойлсід	Романтика	2,23	3,71	4,27
	Sac	2,13	3,54	4,18
Інокуляція насіння				
Без підживлення (контроль)	Романтика	2,29	4,42	4,53
	Sac	2,18	4,12	4,45
Квантум-Олійні	Романтика	2,32	4,44	4,63
	Sac	2,35	4,23	4,59
Вуксал Ойлсід	Романтика	2,56	4,51	4,75
	Sac	2,38	4,31	4,72
НІР 0,5		0,11	0,08	0,06

Максимальні показники ЧПФ зафіксовано у міжфазний період утворення бобів – формування насіння, і на варіантах без передпосівної інокуляції насіння Легум Фікс вони досягали 4,04–4,27 г/м2 за добу, за сівби інокульованим насінням – 4,45–4,75 г/м2 за добу залежно від сорту та підживлення хелатними мікродобривами. Під час цвітіння – утворення бобів

цей показник був дещо нижчим, у межах 3,54–4,51 для сорту Романтика та 3,45–4,31 г/м2 за добу для сорту Sac, залежно від мікродобрив та інокуляції. У міжфазний період бутонізація – цвітіння відзначено найменший показник ЧПФ. Він становив 2,16–2,56 для сорту Романтика та 1,97–2,38 г/м2 за добу для сорту Sac, залежно від внесених мікродобрив та інокуляції.

3.2. Урожайність та якість зерна.

Щороку найбільша частка участі (85,7 %) у формуванні врожайності сої була обумовлена погодними умовами (рік). Частка участі інокуляції насіння та позакореневого підживлення у формуванні врожайності сої в роки проведення досліджень становила лише у 6,5 та 6,1 %, відповідно. Взаємодія «інокуляція насіння – позакореневе підживлення» та «інокуляція насіння – погодні умови (рік)» мали значні ефекти, а інші взаємодії були статистично незначущими. Незважаючи на незначний вплив окремих чинників «інокуляції» та «підживлення», доведено їх суттєвий, позитивний вплив у результаті взаємодії цих чинників (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Дисперсійний аналіз урожайності сої в роки проведення досліджень

Чинник	MS	p	Частка участі, %	Значущість
Сорт (A)	0,247	<0,001	1,3	*
Інокуляція насіння (B)	1,262	<0,001	6,5	*
Листкове підживлення (C)	1,167	<0,001	6,1	*
Рік (Y)	16,542	<0,001	85,7	*
B x C	0,013	0,009	0,1	*
B x Y	0,039	<0,001	0,2	*
Інші взаємодії	<0,01	>0,05	0,1	ns

*Примітка: – $p \leq 0,05$; ns – не суттєво, $p > 0,05$

В результаті проведеного дисперсійного аналізу нами було отримано відсоток варіації урожайності насіння сої від вивчаємих чинників, без впливу року, як чинника. В середньому за три роки досліджень, рівень сформованого врожаю насіння сої на 43,3 % залежав від вибору сортів; на 34,7 % – від

інокуляції насіння; на 14,8 % – від генетичних особливостей сорту; на 7,2 % – від взаємодії чинників

Внаслідок проведених досліджень встановлено, що урожайність сорту Романтика була вищою, ніж у сорту Sac і, залежно від варіанту досліду, варіювала в межах 2,68–3,11 т/га. Середня врожайність сорту Романтика була в межах 2,68–3,11 т/га (табл. 3.7), сорту Sac – 2,56–3,06 т/га.

Таблиця 3.7

Урожайність зерна сої залежно від інокуляції насіння, т/га

Сорт (А)	Інокуляція насіння (В)	Підживлення (С)			Середнє значення		
		Без підживлень (контроль)	Квантум-Олійні	Вуксал Ойлсід	А х В	А	В
2021							
Романтика	–	2,05	2,25	2,28	$2,19^{b}$	$2,25^{b}$	$2,14^{a}$
	+	2,17	2,39	2,37	$2,31^{c}$	-	$2,27^{b}$
Sac	–	1,92	2,15	2,21	$2,09^{a}$	$2,17^{a}$	-
	+	2,05	2,30	2,36	$2,24^{b}$	-	-
Середнє значення		$2,05^{A}$	$2,27^{B}$	$2,31^{C}$	-	-	-
2022							
Романтика	–	2,93	3,08	3,25	$3,09^{b}$	$3,21^{b}$	$3,05^{a}$
	+	3,11	3,43	3,45	$3,33^{d}$	-	$3,29^{b}$
Sac	–	2,81	3,05	3,17	$3,01^{a}$	$3,13^{a}$	-
	+	3,07	3,32	3,37	$3,25^{c}$	-	-
Середнє значення		$2,98^{A}$	$3,22^{B}$	$3,31^{C}$	-	-	-
2023							
Романтика	–	3,07	3,25	3,35	$3,22^{b}$	$3,32^{b}$	$3,18^{a}$
	+	3,22	3,48	3,52	$3,41^{d}$	-	$3,37^{b}$
Sac	–	2,95	3,18	3,27	$3,13^{a}$	$3,23^{a}$	-
	+	3,14	3,39	3,45	$3,33^{c}$	-	-
Середнє значення		$3,10^{A}$	$3,33^{B}$	$3,40^{C}$	-	-	-
Середнє за 2021-2023							
Романтика	–	2,68	2,86	2,96	$2,83^{b}$	$2,93^{b}$	$2,79^{a}$
	+	2,83	3,10	3,11	$3,02^{d}$	-	$2,98^{b}$
Sac	–	2,56	2,79	2,88	$2,75^{a}$	$2,84^{a}$	-
	+	2,75	3,00	3,06	$2,94^{c}$	-	-
Середнє значення		$2,71^{A}$	$2,94^{B}$	$3,00^{C}$	-	-	-

*Примітка: різні індекси ($^{a, b, c \cdots}$ в стовпчику і $^{A, B, C}$ в ряду) свідчать про статистичну різницю на рівні $p \leq 0.05$ за тестом Тьюкі

Проведення позакореневого підживлення хелатними мікродобривами сприяло утворенню бобів та насіння на рослинах сої, та, щонайважливіше – збільшенню урожайності сої на 9–12 %, порівняно з варіантами без його застосування. Встановлено, що інокуляція насіння інокулянтом Легум Фікс надає додатковий приріст врожаю у розмірі 2–4 ц/г. Максимального рівня врожайності сої було досягнуто поєднанням інокуляції насіння Легум Фікс і використанням для позакореневого підживлення комплексного мікродобрива Вуксал Ойлсід (2 л/га). За сумісного використання обробки насіння препаратом Легум Фікс та препарату Вуксал Ойлсід в посівах сорту Романтика урожайність становила 3,11 т/га, сорту Sac 3,06 т/га.

Таким чином, урожайність сортів сої зазнавала значних змін впродовж років досліджень. Вищезазначені прирости рівня врожайності вказують на високу ефективність проведення передпосівної інокуляції насіння за підживлення посівів хелатними мікродобривами у важливі для росту та розвитку культури мікро- та макростадії.

Виявлено, що серед існуючих прийомів технології вирощування саме підживлення виявилося найефективнішим з огляду впливу на даний показник Так, внесення у підживлення Квантум-Олійні у фазу бутонізації та на початку формування насіння сприяло підвищенню життєздатності пилку, наливу насіння та покращенню його якості. Адже у складі вказаного хелатного мікродобрива є мідь, цинк та марганець – надважливі елементи для олійних культур. На даному варіанті досліду вміст білка в зерні сої був максимальним і досягав 42,2 % у сорту Романтика 35,2 % у сорту Sac. Тимчасом як на варіантах з інокуляцією насіння він був вищим на 0,4–1,4 %, порівняно з варіантами без її дії. Загалом, вміст білка в зерні сої варіював залежно від сортових особливостей, підживлення та інокуляції в межах 39,1–42,3 % у сорту Романтика та 32,4–35,8 % – у сорту Sac (рис. 4.1). Без інокуляції насіння Легум Фікс приріст білка в зерні сої зростав завдяки позакореневому підживленню на 2,2–3,4 % у сорту Романтика та 0,3–0,6 % – у сорту Sac. Щодо варіантів досліду без інокуляції та підживлення, то вміст

білка у зерні сої становив 39,1 та 32,4 % у сортів Романтика та Sac відповідно.

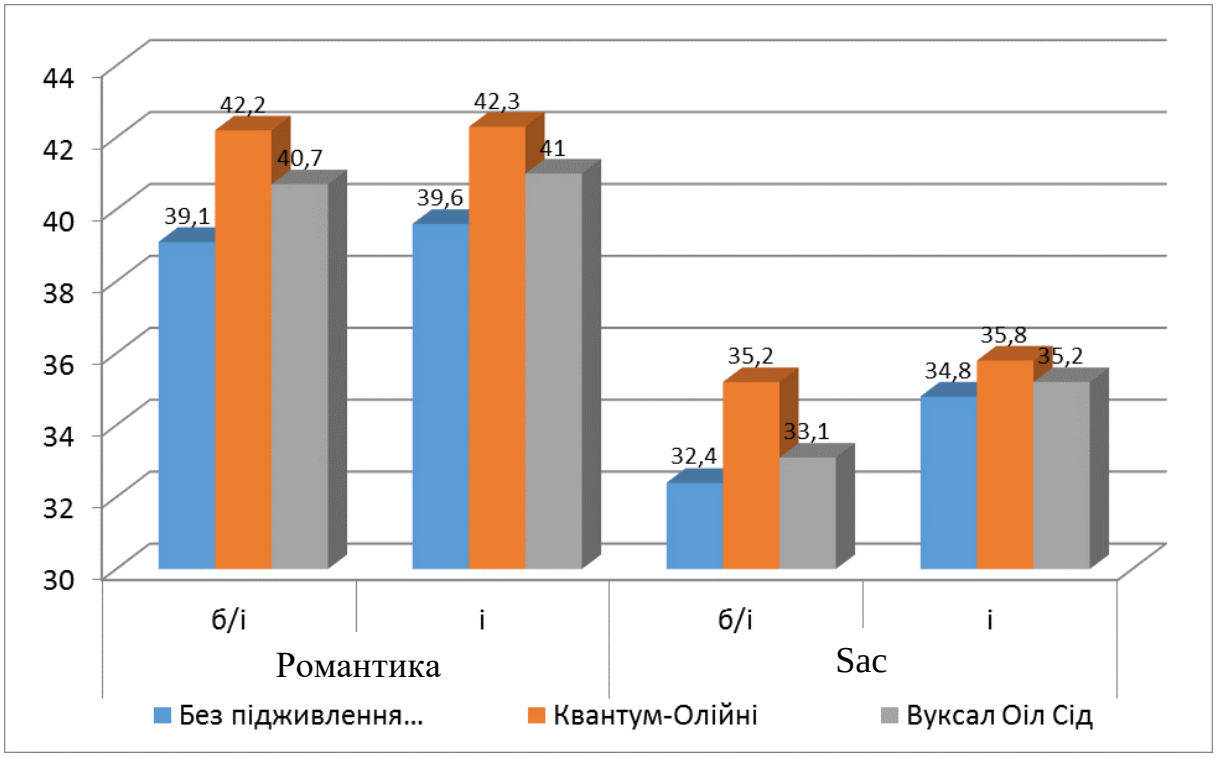


Рис. 4.1. Вміст білка в зерні сої залежно від підживлення та інокуляції насіння, % (середнє за 2021–2022 рр.)

РОЗДІЛ 4
ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ ОВОЧЕВОЇ

Нами було досліджено чинники не тільки економічної, а й біоенергетичної результативності запропонованих елементів технології вирощування сої, що були поставлені на вивчення. Відповідно до рекомендованих нормативів для виробництва приймали загальні норми виробітку, а також ціни на ручні та механізовані роботи. Самі ж розрахунки економічної ефективності удобрення сої здійснювалися за цінами, актуальними на кінець 2023 року.

З огляду на вплив різних хелатних мікродобрив та проведення передпосівної інокуляції, отримані результати в досліді вказують на те, що за вирощування досліджуваних сортів сої на абсолютному контролі вартість виробничих витрат на 1 га становила для сорту Романтика 14920 грн, дещо менша вартість (зумовлена нижчою вартістю посівного матеріалу) властива сорту Sac – 14850 грн; собівартість одної т насіння відповідно становила – 5567 та 5801 грн/т (додаток В). Показник умовно чистого прибутку варіював. На варіантах без підживлення та інокуляції складав для сорту Романтика 30104 грн та Sac – 28158 грн з рівнем рентабельності відповідно – 202 та 190 %. Зауважимо, що навіть за найнижчої в досліді врожайності було отримано неабиякий прибуток спільно зі значним рівнем рентабельності.

За умов проведення інокуляції насіння препаратом Легум Фікс без внесення підживлення хелатними мікродобривами на ділянках досліду відповідні показники економічної ефективності вирощування культури сої були дещо вищими. Виняток: показник собівартості, адже він знизився у сорту Sac до 5504 грн/т насіння. Це трапилося через зростання додаткових витрат на проведення інокуляції та зумовлене отриманими приростами врожаю насіння сої.

Щодо внесення в підживлення хелатних мікродобрив Квантум-Олійні у

фазу бутонізації (перед цвітінням, ВВСН 50–59) та Вуксал Ойлсід на початку та в повне цвітіння (ВВСН 60–66), то зафіксовано зміну показників, що характеризують економічну ефективність, але не завжди в бік збільшення, порівняно з контрольними варіантами. Адже вищезазначені показники залежали не тільки від приросту врожаю, а й від додаткових затрат на мікродобрива та інокулянт Легум Фікс.

Рівень рентабельності вирощування сортів сої зростав завдяки приросту врожайності культури (0,24 та 0,21 т/га) і окупності додаткових витрат. Це стало можливим завдяки додатковому проведенню інокуляції насіння сумісно з дворазовим підживленням посівів сої у фазу бутонізації (перед цвітінням) (ВВСН 50–59) та на початку формування насіння (ВВСН 71–73) мікродобривом Квантум- Олійні. Менш значний приріст врожайності сортів був за додаткової інокуляції насіння Легум Фікс та внесення на початку та в повне цвітіння (ВВСН 60–66) посівів сої мікродобрива Вуксал Ойлсід з нормою витрати 2,0 л/га. Він складав 0,15 та 0,18 т/га, тимчасом як рівень рентабельності знижувався через зростання витрат.

Щодо визначення впливу підживлення хелатними мікродобривами та інокуляції насіння за основними показниками, які визначають енергетичну ефективність сої, в середньому за роки, упродовж наших досліджень було виявлено, що найнижчий рівень енерговитрат на 1 га посіву відзначено на варіантах без інокуляції та мікродобрив. Він становив у сорту Романтика – 18741 МДж/га, а у сорту Sac – 17070 МДж/га (див. додаток В). Проведення інокуляції насіння Легум Фікс підвищило дані показники відповідно до 19162 та 17952 МДж/га. За аналізом показників виходу енергії з отриманого врожаю було встановлено, що в контрольних варіантах він складав у сорту Романтика – 47409 та Sac – 44933 МДж/га, а за інокуляції Легум Фікс відповідно – 51478 та 45994 МДж/га.

Максимальне збільшення виходу енергії з урожаєм зафіксовано за дворазового внесення на початку та в повне цвітіння (ВВСН 60–66) Вуксал Ойлсід з нормою витрати 2,0 л/га без проведення інокуляції насіння,

порівняно з внесенням у фазу бутонізації (перед цвітінням) (ВВСН 50–59) та на початку формування насіння (ВВСН 71–73) Квантум-Олійні. Це було б неможливим без вищої врожайності культури. А саме: у сорту Романтика даний показник становив – 58544, Sac – 54063 МДж/га. Максимальну врожайність сортів сої в досліді було отримано після проведення інокуляції на фоні внесення Вуксал Ойлсід, що спричинило підвищення даних показників аж до 61915 та 61207 МДж/га відповідно. Водночас підвищились і енергетичні затрати на досліджуваних варіантах, порівняно з контрольними. Як наслідок – коефіцієнт енергетичних затрат знизився.

Основним показником ефективності вирощеної продукції є відношення виходу енергії з одиниці площі з продукцією до енергетичних затрат на її виробництво (Кее). Загалом, завдяки енергетичній оцінці систем удобрення сої було встановлено, що коефіцієнт енергетичної ефективності сягнув максимального значення на контрольних варіантах у всіх досліджуваних сортів сої, а застосування інокуляції та внесення хелатних мікродобрив – знизило його показник.

У сорту Романтика на абсолютному контролі (без інокуляції та підживлення) даний показник становив 2,53, Sac – 2,63, зважаючи на неабияке підвищення виходу енергії з урожаєм. А надто низьким досліджуваний коефіцієнт був на варіантах із внесення на початку та в повне цвітіння (ВВСН 60–66) Вуксал Ойлсід з нормою витрати 2,0 л/га, де енергозатрати з 1 га були найвищі, порівняно з варіантом із внесенням у фазу бутонізації (перед цвітінням) (ВВСН 50–59) та на початку формування насіння (ВВСН 71–73) Квантум-Олійні. Найвищого ж значення даний показник досяг на контрольному варіанті (без застосування мікродобрив) у сорту Романтика – 2,69 та при інокуляції препаратом Квантум-Олійні.

ВИСНОВКИ

1. Ґрунтово-кліматичні умови місця проведення досліджень є сприятливими для вирощування сої овочевої.

2. Виживаність рослин за дворазового застосування мікродобрив підвищилась на 1,5–3,7 %, а за додаткової інокуляції насіння бактеріальним препаратом – на 2,4–4,5 %. Дворазове підживлення посівів сої на початку та в повне цвітіння (ВВСН 60–66) Вуксал Ойлсід з нормою витрати 2,0 л/га та інокуляція Легум Фікс забезпечують вищий відсоток виживання рослин: 94,3 % у сорту Романтика та 92,9 % у сорту Sac.

3. Найбільша тривалість вегетаційного періоду у сорту Романтика (113 діб) та Sac (125 діб) спостерігалася на ділянках, де створено оптимальні умови для росту, розвитку рослин та активного симбіозу і проводили інокуляцію насіння Легум Фікс та два позакореневі підживлення на початку та в повне цвітіння (ВВСН 60–66) Вуксал Ойлсід з нормою витрати 2,0 л/га, за тривалості вегетації на контролі 105 та 120 діб відповідно.

4. Підживленням посівів сої хелатним мікродобривом Вуксал Ойлсід на початку та в повне цвітіння (ВВСН 60–66) з нормою витрати 2,0 л/га та інокуляції насіння препаратом Легум Фікс створює кращі умови для формування потужного фотосинтетичного потенціалу її посівів та сприяє формуванню максимальної – 44,7 та 45,7 тис. $м^2$/га асиміляційної поверхні посівів сої. Більшу площу листкової поверхні та фотосинтетичний потенціал формує сорт Романтика.

5. Чиста продуктивність фотосинтезу впродовж вегетаційного періоду сої поступово зростає, починаючи від фази бутонізації і до формування та достигання насіння. Максимальні показники ЧПФ формуються у міжфазний період утворення бобів – формування насіння за внесення хелатних мікродобрив Вуксал Ойлсід на фоні інокуляції насіння Легум Фікс – 4,72 та 4,75 г/$м^2$ на добу.

6. Інокуляція насіння Легум Фікс сприяє збільшенню врожайності сої на 6,8 % або на 0,19 т/га. Внесення хелатних мікродобрив Квантум-Олійні у

фазу бутонізації (перед цвітінням, ВВСН 50–59) збільшує урожайність сої на 8,5 %, добриво з великим вмістом бору Вуксал Ойлсід підвищує врожайність на 10,7 % за рахунок активації діяльності симбіотичних бактерій та підвищенню ефективності азотфіксації, продовженню терміну функціонування фотосинтетичного апарату та накопиченню біомаси. Вища врожайність – 3,11 т/га у сорту Романтика та 3,06 т/га у сорту Sac формується за сумісного використання в технології вирощування інокуляції Легум Фікс та мікродобрива Вуксал Ойлсід.

7. Виробництво зерна сої є економічно ефективним. Більш економічно вигідним є вирощування за технологією із проведенням інокуляції насіння препаратом Легум Фікс та дворазовим внесенням у позакореневе підживлення (на початку та в повне цвітіння, ВВСН 60–66) хелатного мікродобрива Вуксал Ойлсід з нормою витрати 2,0 л/га. Умовно чистий прибуток вирощування сортів сої Романтика та Sac при цьому становить 36743 та 35993 грн/га при рентабельності зерна сої відповідно 237 до 233 %.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

На основі одержаних результатів досліджень для отримання урожайності насіння сої овочевої більше 3 тон з гектара рекомендується:

- висівати сорт Романтика, проводячи інокуляцію насіння препаратом Легум Фікс (2,5 кг/т);
- проводити два позакореневих підживлення рослин сої на початку та в повне цвітіння (ВВСН 60–66) хелатним мікродобривом Вуксал Ойлсід з нормою витрати препарату 2,0 л/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ

1. Авраменко С., Цехмейструк М., Шелякін В. Вплив температури та вологості на продуктивність сої. Agroexpert: практичний посібник аграрія. 2012. № 6. С. 23–25.

2. Адаменко С. М., Грицак І. П. Добрива для сої від компанії «Нутрітех Україна». Агроном. 2011. № 2. С. 38–40.

3. Андрієнко А. Л. Вплив збільшення частки сої в структурі посівних площ та систем удобрення на її урожайність та якість насіння. Корми і кормовиробництво. 2010. № 66. С. 128–132.

4. Андрієнко А. Л., Мащенко Ю. В. Вплив різного насичення сівозмін соєю на її продуктивність. Агроном. 2011. № 1. С. 140–143.

5. Гадзовський Г. Л., Новицька Н. В. Формування урожайності сої під впливом інокуляції та підживлення. Миронівський вісник. 2018. С. 113-122.

6. Гадзовський Г. Л., Новицька Н. В., Мартинов О. М. Вміст хлорофілу у листках рослин та урожайність сої за внесення хелатних мікродобрив. Таврійський науковий вісник. Вип. 105. 2019. С. 34-39.

7. Бахмат О. М. Накопичення сухої речовини та урожайність сої у Західному Лісостепу. Агроном. 2011. № 3. С. 110–112.

8. Бахмат О. М. Фітосинтетична активність та врожайність сої залежно від сорту, способу сівби й удобрення. Вісник аграрної науки. 2010. № 7. С. 27–30.

9. Бахмат О. М., Чинчик О. С. Вплив системи удобрення та інокуляції насіння на продуктивність насіння сої в умовах західного Лісостепу України. Корми і кормовиробництво. 2008. № 60. С. 37–42.

10. Бабич А. О. Віддалена гібридизація сої : [монографія]. Київ: Аграрна наука, 2009. 221 с.

11. Бабич А. О., Венедіктов О. М. Моделі технологій вирощування сої, їх економічна ефективність та конкурентоспроможність. Корми і кормовиробництво. Вінниця. 2014, № 53. С. 83-88.

12. Бабич А. О., Венедіктов О. М. Фотосинтетична діяльність та урожайність насіння сої залежно від строків сівби та системи захисту від хвороб в умовах Лісостепу України. Корми і кормовиробництво. Вінниця. 2004, № 53. С. 83-88.

13. Гадзовський Г. Л., Новицька Н. В. Вплив підживлення на симбіотичну активність сої. Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур: матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів (с. Центральне, 20 квітня 2018 р.). Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2018. С. 19.

14. Джемесюк О. В., Гадзовський Г. Л., Новицька Н. В. Вплив підживлення на врожайність сої. Цілі сталого розвитку третього тисячоліття: виклики для університетів наук про життя: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 23–25 травня 2018.). Київ: НУБіП України. Т. 2. Секція: Управління рослинними ресурсами та біотехнологія. С. 228–229.

15. Гадзовський Г. Л., Новицька Н. В. Оптимізація технології вирощування сої в правобережному Поліссі України. Інновації у виробництві, зберіганні та переробці рослинницької сировини: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 50-річчю створення кафедри технології зберігання, переробки та стандартизації продукції рослинництва ім. проф. Б. В. Лесика та 120-річчю НУБіП України (Київ, 26–27 червня 2018 р.). Київ, 2019. С. 44–46.

16. Гадзовський Г. Л., Новицька Н. В. Урожайність та посівні якості насіння сої залежно від підживлення. Вплив змін клімату на онтогенез рослин: матеріали доповідей Міжнародної науково-практичної конференції (Миколаїв, 3–5 жовтня 2018 р.). Миколаїв. С. 101–103.

17. Бабич А. О., Нємцов А. В., Петриченко В. Ф. Наукові основи сучасних технологій вирощування сої на насіння в умовах Лісостепу. Збірник наук. праць Вінницького ДАУ. Вінниця, 2010. Вип. 7. С.10-13.

18. Бабич А. Соя для Полісся і Західного регіону. Аграрний тиждень. Україна. 2012. № 17. С. 12.

19. Бабич А., Бабич-Побережна А. Соєвий пояс і розміщення виробництва сортів сої в Україні. Пропозиція. 2010. № 4. С. 52–56.

20. Бабич А., Бабич-Побережна А. Соя стратегічна культура світового землеробства ІХХ століття. Пропозиція. 2016, № 6. С.44-48.

21. Бикін А. В., Генгало Н. О. Інокуляція насіння як спосіб оптимізації умов живлення сої. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2010. № 149. С. 117–125.

22. Білявська Л. Г. Аспекти адаптивної селекції сої в умовах зміни клімату.

23. Корми і кормовиробництво. 2008. № 61. С. 10–16.

24. Білявський Ю. В. Вплив еколого-економічних чинників на динаміку виробництва насіння сої в умовах зміни клімату. Корми і кормовиробництво. 2008. № 63. С. 21–25.

25. Безручко О. Нові сорти сої. Agroexpert: практичний посібник аграрія. 2011. № 10. С. 36–40.

26. Бобро М. А., Головченко Б. Х. Оптимізація технології вирощування зернових і бобових культур. Современные технологии, экономика и эколгия в промышленности, на транспорте и в сельском хозяйстве: Сборник научных статей по материалам 5-й международной научно- методической конференции. Киев: ИСМО, Алциста, 2017. 317 с.

27. Василенко М. Г., Дерик Г. І. Оцінювання агротехногій вирощування сої на сірих лісових ґрунтах. Хімія. Агрономія. Сервіс. 2011. № 9. С. 60–67.

28. Виробництво сої в Україні: названо п’ятірку областей-лідерів. Landlord.

04. 02. 2019. URL: https://landlord.ua/news/vyrobnytstvo-soi-v-ukraini- nazvano-p-iatirku-oblastei-lideriv/.

29. Гадзовський Г. Л., Новицька Н. В. Вплив підживлення на симбіотичну активність сої. Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур: матеріали VI Міжнародної науково-

практичної конференції молодих вчених і спеціалістів (с. Центральне, 20 квітня 2018 р.). Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2018. С. 19.

30. Гадзовський Г. Л., Новицька Н. В. Оптимізація технології вирощування сої в правобережному Поліссі України. Інновації у виробництві, зберіганні та переробці рослинницької сировини: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 50-річчю створення кафедри технології зберігання, переробки та стандартизації продукції рослинництва ім. проф. Б. В. Лесика та 120-річчю НУБіП України (Київ, 26–27 червня 2018 р.). Київ, 2019. С. 44–46.

31. Гадзовський Г. Л., Новицька Н. В. Урожайність та посівні якості насіння сої залежно від підживлення. Вплив змін клімату на онтогенез рослин: матеріали доповідей Міжнародної науково-практичної конференції (Миколаїв, 3–5 жовтня 2018 р.). Миколаїв. С. 101–103.

32. Гадзовський Г. Л., Новицька Н. В. Формування урожайності сої під впливом інокуляції та підживлення. Миронівський вісник. 2018. С. 113.

33. Мартинюк А. Грунти для зернобобових культур. Агробізнес сьогодні. 2010. № 9. С. 18–19.

34. Гутянський Р. Конкурентоспроможні грунтово-кліматичні умови для сої. Між Романтикою та Феєю. Агроперспектива. 2010. № 1. С. 58–59.

35. Атлас «Агрокліматичні ресурси України» /за редакцією Т.І.Адаменко, М.І.Кульбіди, А.Л.Прокопенка. − Київ, видавництво…, 2016.− 113 с.

36. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур; за ред. В. В. Волкодава. Державна комісія України по випробуванню та охороні сортів рослин. Київ, 2000. 100 с.

37. Методика Державного сортовипробування сільськогосподарських культур. К., 2004. Вип. 3. 78 с.

38. Макрушин М. М., Макрушина Є. М., Петерсон Н. В., Мельников М. М. Фізіологія рослин. /За редакцією професора М. М. Макрушина. Підручник. – Вінниця: Нова Книга, 2006. – 416 с.

39. Москаленко М. Фізіологія рослин. Навчальний посібник. Вінниця: Нова Книга 2018 р. 418 с.

40. ДСТУ 4964:2008 Соя. Технічні умови [Текст]. Взамен ГОСТ 17109-88 ; Введ. с 2010.07.01. 10 с.

41. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2020 рік. Український інститут експертизи сортів рослин (УІЕСР). URL: https://sops.gov.ua/reestr-sortiv-roslin

42. Дерев'янський В. П. Економічне та енергетичне оцінювання технологій вирощування сої. Хімія. Агрономія. Сервіс. 2012. № 2. С. 14–17.

43. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ. Урожай. 1988. 208 с.

44. Основи охорони праці:Підручник. 2ге видання, доповнене та перероблене. / К.Н.Ткачук, М.О.Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз'яков, Л. О. Мітюк. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. — К.: Основа, 2006 — 448 с.

45. Радіоекологія : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / І. М. Гудков, В. А. Гайченко, В. О. Кашпаров ; Національний університет біоресурсів і природокористування України. – 2-е вид., доп. – Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. – 468 с. – Бібліогр. с. : 462-465.