

**ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ,
СЕЛЕКЦІЇ ТА ЕКОЛОГІЇ**

Кафедра рослинництва

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

**«ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ СИДЕРАТИВ, БІОПРЕПАРАТУ
І МІКРОЕЛЕМЕНТІВ НА УРОЖАЙНІСТЬ НАСІННЯ
СОЇ»**

**Виконав: здобувач вищої освіти
за ОПІ Насінництво і насіннєзнавство
спеціальності 201 Агрономія
ступеня вищої освіти магістр
денної форми навчання
Скочко Віталій Вікторович**

Керівник: Людмила ЄРЕМКО канд. с.-г. наук, ст.н.с.

Рецензент: Оксана ЛАСЛО, канд. с.-г. наук, доцент

Полтава – 2024 року

ЗМІСТ

	ст.
ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ.....	5
РОЗДІЛ 1. ЗНАЧЕННЯ СИДЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ, МІКРОЕЛЕМЕНТІВ ТА БІОПРЕПАРАТІВ У ПРОЦЕСАХ ЖИВЛЕННЯ ТА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ СОЇ	
1.1.Внесення сидеральних добрив, як елемент підвищення рівня продуктивності сої.....	10
1.2. Роль мікроелементів у процесі формування продуктивності сої.....	16
1.3. Роль біопрепаратів у процесі формування продуктивності сої	19
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	
2.1. Характеристика умов місця проведення досліджень.....	20
2.2. Погодні умови місця проведення досліджень	21
2.3. Методика проведення досліджень	23
РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ ЗАСТОСУВАННЯ СИДЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ, МІКРОЕЛЕМЕНТІВ ТА БІОЛОГІЧНОГО ПРЕПАРАТУ НА ПРОЦЕС ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ	
3.1. Вплив сидерального удобрення, мікродобрив та біопрепарату на висоту рослин сої.....	24
3.2. Вплив сидерального удобрення, мікродобрив та біопрепарату на динаміку розвитку листової поверхні посівів сої та продуктивність її фотосинтетичної роботи.....	27
3.3. Вплив сидерального удобрення, мікродобрив та біопрепарату на величину симбіотичного апарату рослин сої.....	31
3.4. Вплив сидерального удобрення, мікродобрив та біопрепарату на індивідуальну продуктивність рослин і урожайність посівів сої.....	34
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ СИДЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ, МІКРОДОБРИВ ТА БІОПРЕПАРАТУ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ	38
РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА.....	40
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ	44
ВИСНОВКИ	46
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	47
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	48
ДОДАТКИ.....	59

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Основними викликами для науковців та експертів у галузі сільського господарства є збільшення рівня виробництва високоякісної продукції рослинництва з мінімальними витратами із зосередженням на екологічній стійкості землеробства. На додаток до зростання чисельності населення, погіршення продовольчої безпеки та тиску на навколишнє середовище, сучасне сільське господарство також стикається з проблемами деградації ґрунтів та скорочення площі орних земель. Близько 24 мільярдів тонн родючого ґрунту було виснажено в усьому світі через неадекватне ведення сільськогосподарського виробництва та ерозію. Одним із аспектів вирішення даних проблем може бути розширення посівних площ зернобобових культур, зокрема сої, що завдяки наявності у насінні високоякісного білка та олії, має стратегічне значення у світовому землеробстві [1].

Соя (*Glycine max* L. (Merr.)) є однією з найважливіших зернобобових культур, що належить до родини бобових. Це одна з найдавніших культур, яку вирощують з 1700 року до нашої ери. У світі її вирощують на 127,60 млн. га землі, а щорічне виробництво становить 364,07 млн. тонн. Завдяки своєму багатоцільовому використанню, вона вважається диво-культурою, і жоден з побічних продуктів сої не залишається невикористаним. Її харчова цінність вважається найвищою, оскільки вона містить білок (37%-48%) та олію (16%-21%), вміст яких може варіювати залежно від сорту та агротехніки вирощування. Крім того, вона також містить інші вітаміни, мінерали та корисні сполуки, такі як ізофлавоноїди, які мають численні переваги для здоров'я, включаючи захист від вікових, серцево-судинних захворювань, остеопорозу та раку. Соя також використовується у виробництві рослинної олії, комбікормовій промисловості, для приготування їжі та виготовлення соєвих продуктів, таких як нутрелла, тофу, натту та соєві напої. Завдяки цьому соя користується популярністю у всьому світі, що призвело до збільшення попиту

на неї. Кілька синергетичних факторів відповідають за високу врожайність сої. До них належать розумний вибір сорту, належна агрономічна практика та стратегічне вирішення проблем, пов'язаних з обмеженнями врожайності. Ці фактори можуть підвищити виробництво сої, яке зможе задовольнити майбутній попит на соєву продукцію.

Актуальність теми. Серед прийомів ефективного вирощування даної культури, розумне управління поживними речовинами рослин може значно підвищити виробництво її насіння. Поживні речовини являють собою основні елементи, необхідні для росту і розмноження рослин, які можуть надходити природним шляхом з ґрунту і повітря, а також штучно, шляхом заорювання органічної маси зелених добрив, застосування біопрепаратів і комерційних добрив. Поживні речовини є ключовим фактором виробництва високоякісного насіння. Разом з тим, забезпечення рослин поживними елементами може мати як позитивний, так і негативний вплив на величину їх продуктивності, залежно від їх кількості, дози, стадії росту рослин, комбінації та балансу.

Як і у більшості бобових, рослини сої можуть встановлювати бобово-ризобіальний симбіоз з азотфіксуючими ґрунтовими бактеріями та забезпечувати себе необхідними речовинами азоту. Висока здатність сої до біологічної фіксації азоту використовується у всіх основних країнах-виробниках і сприяє зменшенню потреби у застосуванні дорогих азотних добрив. Соєа, як правило, нодулюється видами *Bradyrhizobium*, а на більш лужних ґрунтах – штамми *Sinorhizobium*. Якщо ці симбіонти добре підібрані до генотипів рослин-господарів, за оптимальних умов вирощування соєво-ризобіальний симбіоз може фіксувати більше ніж 300 азоту на 1 га. У цьому відношенні перспективним агротехнологічним прийомом є проведення допосівної інокуляції насіння із використанням біодобрив на основі ефективних штамів бульбочкових бактерій.

З метою стимулювання метаболічних процесів у рослинах та ґрунтових процесів, а також для покращення доступності поживних речовин у процесі росту і розвитку рослин, значна увага приділяється застосуванню

біостимуляторів росту рослин. Застосування біостимуляторів росту рослин має на меті покращання характеристик рослини та/або ризосфери, підвищення ефективності використання поживних речовин рослинами, підвищення їх толерантності до біотичного та абіотичного стресу.

Мета і задачі досліджень. Мета досліджень - визначення впливу біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій та його поєднання із застосуванням сидеральних добрив і мікроелементів на процеси росту і розвитку рослин, їх нодуляційну здатність та величину урожайності насіння сої.

У ході проведення досліджень для досягнення поставленої мети були поставлені наступні завдання:

1. вивчити особливості росту і розвитку рослин сої залежно від застосування біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій та його поєднання із внесенням сидеральних добрив і позакореневим підживленням мікроелементами;
2. визначити інтенсивність наростання надземної маси та листкової поверхні залежно від застосування біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій та його поєднання із внесенням сидеральних добрив і позакореневим підживленням мікроелементами;
3. визначити вплив біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій та його комбінації із внесенням сидеральних добрив і позакореневим підживленням мікроелементами на формування симбіотичного апарату рослин сої;
4. визначити вплив біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій *Bradyrhizobium japonicum* та його комбінації із внесенням сидеральних добрив і позакореневим підживленням мікроелементами на продуктивність фотосинтетичної роботи посівів гороху;
5. визначити вплив біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій *Bradyrhizobium japonicum* та його комбінації із внесенням сидеральних добрив і позакореневим підживленням мікроелементами на величину індивідуальної продуктивності та урожайність насіння сої.

6. визначити рівень економічної доцільності впровадження досліджуваних агроприйомів у процесі виробництва зерна гороху.

Об'єкт досліджень – ріст і розвиток рослин, динаміка формування листкової поверхні, наростання свіжої і сухої маси рослин, формування симбіотичного апарату, величина елементів продуктивності рослин та урожайність насіння сої залежно від застосування біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій та його комбінації із внесенням сидеральних добрив і позакореневим підживленням мікроелементами.

Предмет досліджень – сорт сої Білосніжка, урожай зерна, біологічний препарат, сидеральні добрива, мікроелементи.

Методи досліджень: польовий – для спостереження за протіканням процесів розвитку рослин гороху, наростанням їх надземної частини а також симбіотичного апарату, визначення величини елементів продуктивності рослин та величини врожаю зерна; статистичний – для проведення статистичного аналізу впливу досліджуваних факторів на величину урожайності зерна гороху; розрахунково-порівняльний – для визначення рівня економічної доцільності застосування агротехнічних прийомів вирощування, що вивчаються.

Наукова новизна одержаних результатів проведеного дослідження полягає у науковому обґрунтуванні комплексного застосування біологічного препарату на основі азотфіксуючих бактерій *Bradyrhizobium japonicum*, сидеральних добрив та мікроелементів, як більш екологічно доцільного агроприйому.

Вивчено вплив азотфіксуючих бактерій *Bradyrhizobium japonicum*, зеленої маси вики, як зеленого добрива та мікроелементів S і В на процеси розвитку рослин, формування листкової поверхні та симбіотичного апарату, інтенсивність накопичення надземної органічної біомаси, індивідуальну продуктивність рослин, урожайність насіння сої.

Удосконалено поживний режим рослин сої за рахунок поєднання біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій *Bradyrhizobium japonicum*, сидерального добрива і мікроелементів.

Практичне значення одержаних результатів. Було визначено, що для покращання умов росту і розвитку рослин, формування їх симбіотичного апарату, наростання листкової поверхні посівів, і відповідного підвищення урожайності насіння найбільш доцільно та економічно виправдано є поєднання інокуляції насіння біопрепаратом на основі азотфіксуючих бактерій, внесення сидеральних добрив та проведення позакореневого п

Особистий внесок здобувача. Магістерська дипломна робота підготовлена на основі результатів, отриманих автором у ході проведення дослідження. Ним було зібрано літературні джерела за тематикою та проведений їх детальний аналіз. Автором проведені польові та лабораторні дослідження, отримано, опрацьовано та проаналізовано отримані результати, на основі чого сформовано детальні висновки та надано рекомендації для впровадження у виробничий процес.

Апробація результатів роботи. Результати досліджень та основні положення магістерської дипломної роботи оприлюднені і обговорені на III Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Актуальні напрями та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва», Полтава, 28 листопада 2024 року.

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 1 тези в збірнику матеріалів науково-практичної конференції:

Л. Єремко Л.С., Скочко В.В., Бостанджи М., Селіванов С.В., Окара Д.О. Особливості формування продуктивності сої залежно від поживного режиму рослин. Матеріали III Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Актуальні напрями та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва», Полтава, 28 листопада 2024 року. Полтава, 2024.

і

к

р

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Загальний обсяг дипломної роботи становить 67 сторінок загального друкованого тексту, містить 8 таблиць, 3 рисунки. Кваліфікаційна робота складається із вступу, 6 розділів, висновків, рекомендацій виробництву та додатків. Список використаної літератури налічує 99 найменувань.

РОЗДІЛ І

ЗНАЧЕННЯ СИДЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ, МІКРОЕЛЕМЕНТІВ ТА БІОПРЕПАРАТІВ У ПРОЦЕСАХ ЖИВЛЕННЯ ТА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ СОЇ

1.1. Внесення сидеральних добрив, як елемент підвищення рівня продуктивності сої.

З часів Зеленої революції 1960-х років національна аграрна політика визначається необхідністю максимізації врожайності сільськогосподарських культур за допомогою зрошення та інтенсивного використання засобів захисту рослин, хімічних добрив і пестицидів. Незбалансоване та неадекватне використання хімічних добрив, відсутність органічного гною, монокультура та інтенсивне зрошення негативно впливають на родючість та продуктивність ґрунтів, що призводить до порушення поживного режиму, дефіциту мікроелементів, зниження вмісту органічного вуглецю в ґрунті, погіршення фізичного стану ґрунту, засолення та залуження, зниження біологічної активності ґрунту та спалаху шкідників і хвороб. Все це впливає на нашу продовольчу безпеку та систему підтримки життєдіяльності. Існують серйозні ознаки ризиків для здоров'я через використання агрохімікатів загалом і синтетичних пестицидів зокрема, споживання хімічних добрив у богарних і зрошуваних сільськогосподарських районах [2]. Наразі добре відомо, що органічно оброблювані ґрунти характеризуються вищим умістом органічного вуглецю та загального азоту, нижчим рівнем вимивання нітратів та кращою біологічною якістю ґрунту [3].

Сидеральні культури використовувалися в традиційному сільському господарстві впродовж тисячоліть, але традиційні (хімічні) системи землеробства значною мірою витіснили їх, оскільки використання добрив і пестицидів стало більш поширеним. Хоча вони відіграють багато функцій, сучасні фермери все ще часто не використовують їх повною мірою. Однак нещодавній акцент був зроблений на зменшення впливу всіх систем землеробства на навколишнє середовище, що привело до зростання інтересу до традиційного ведення сектору рослинництва.

Сидерати - це біомаса, яку виробляють із частин посіяних культур, змішуючи їх з ґрунтом на полі, щоб вони слугували мульчею та покращували ґрунт. Як сидерати часто використовують покривні культури, які вирощують переважно з цією метою. Сидерати зазвичай асоціюються з органічним сільським господарством і можуть відігравати важливу роль у стійких однорічних системах землеробства. Вони зазвичай виконують кілька функцій, які включають поліпшення здоров'я ґрунту та його захист.

Що ще важливіше, для підтримання політики «вуглецевого піку» та «вуглецевої нейтральності» сільськогосподарських угідь, практичне застосування сидератів має велике значення для забезпечення національної продовольчої безпеки та захисту екологічного середовища, пов'язаного з сільськогосподарським виробництвом.

Сидерати можуть сприяти покращенню здоров'я ґрунту, зменшенню ерозії ґрунту [4], покращенню гідравлічних властивостей ґрунту та збільшенню запасів органічного вуглецю в ґрунті [5].

Природна ерозія ґрунтів, яка складається в основному з вітрової та водної ерозії, є основним фактором ерозії ґрунтів. Вітрова ерозія сільськогосподарських ґрунтів відбувається переважно в посушливих і напівпосушливих районах і відбувається переважно за рахунок пилу і піску [6]. Посів сидератів зменшує оголення ґрунту, покращує водоутримуючу здатність ґрунту та збільшує вміст ґрунтових агрегатів, таким чином зменшуючи вітрову ерозію ґрунту [7]. Водна ерозія сільськогосподарських

ґрунтів в основному є характерною для горбистої місцевості з великою кількістю опадів і викликана, головним чином, поступовою втратою поверхневого родючого шару ґрунту під дією водного стоку. Посів сидератів може зменшити поверхневий стік і швидкість течії та запобігти розвитку поверхневій ерозії ґрунту.

Посів сидератів може зменшити ерозію за рахунок зниження денної температури ґрунту, зменшення випаровування та збільшення проникності ґрунту для підтримки вмісту води в ґрунті [8]. У тектоніці ґрунту інфільтрація є одним з основних процесів внутрішньої ерозії, вибірково розмиваючи дрібні частинки, які рухаються через порожнечі, утворені грубішими частинками [9]. Посів сидератів може зменшити консолідацію ґрунту, спричинену дощовими сезонами, за рахунок збільшення вмісту водостійких агрегатів та проникності ґрунту [10], що пов'язано з вмістом колоїдів у ґрунті, спричиненим корневими виділеннями сидератів та активністю мікробних ферментів [11]. Крім того, сидерати діють як хороший фільтр як для корневих мікроорганізмів і поживних речовин, що вимиваються, так і для добрив і симбіотичних організмів, що вносяться у верхній шар ґрунту.

Результати досліджень показали, що довготривале вирощування вики та ріпаку як сидератів підвищує ступінь ароматичності, гуміфікації та середню молекулярну масу розчиненої органічної речовини, а також робить її більш стабільною [12]. Більше того, посіви вики та райграсу можуть покращити доступність структурного калію та здатність утримувати його у ґрунті, що може бути ефективною альтернативою для підвищення доступності К у ґрунті [13]. Разом з тим було виявлено що, методи внесення добрив і способи обробітку ґрунту також мають значний вплив на вміст поживних речовин у ґрунті. Li et al. показали, що використання сидератів і соломи в системах удобрення зернових культур сприяє збільшенню повернення поживних речовин у ґрунт. При цьому вміст мінерального азоту збільшився на 5,9 мг/кг, рухомого фосфору - на 21 мг/кг, а обмінного калію - на 14,5 мг/кг ґрунту, в середньому, за вегетаційний період в орному шарі чорнозему типового [14].

Інтеграція сидератів із системами ґрунтозахисного обробітку ґрунту (мінімального та нульового) може покращити продуктивність агроєкосистеми навіть протягом короткого часу. Безполицевий обробіток ґрунту накопичує більше мікробної біомаси вуглецю та доступних фосфору і калію у шарі ґрунту 0-10 см, ніж інтенсивний обробіток ґрунту в напівпосушливій агроєкосистемі [15]. В іншому дослідженні сидерат сочевиці без обробітку ґрунту забезпечив на 9,1% більший вміст органічного вуглецю у верхніх 15 см ґрунту порівняно з заробкою сочевиці в ґрунт за допомогою дискування [16].

Внесення сидератів під час вирощування сільськогосподарських культур здебільшого призводить до підкислення ґрунту [17]. Органічні кислоти, що вивільняються під час розкладання соломи, можуть значно знизити рН ґрунту та окислювально-відновний потенціал ґрунту, а потім призвести до підкислення ґрунту [18]. Зниження рН ґрунту, спричинене внесенням сидератів, є короточасним ефектом, викликаним перегниванням сидеральної культури, тоді як зміна мікробної спільноти ґрунту, спричинена довготривалою ротацією сидератів, призводить до довготривалого підвищення рН ґрунту. Тому слід звернути увагу на позитивний вплив довготривалого вирощування сидератів на зменшення підкислення ґрунту.

Азот є найважливішою лімітуючою поживною речовиною в екосистемах. Як хімічні добрива, так і сидерати можуть підвищити ефективність використання азоту в процесі росту рослин шляхом сприяння кругообігу даного елемента в системі культура - ґрунт - мікробіом [19]. Вчені показали, що заміна хімічних добрив сидеральними може покращити середовище росту коренів і збільшити їх щільність, біомасу, активність їх у ґрунті, що виражається у підвищенні поглинання поживних речовин [20]. Крім того, бобові культури, що застосовуються у якості сидеральних добрив, можуть забезпечити додатковий азот для живлення рослин [21, 22].

Комбіноване застосування сидератів та хімічних добрив може покращити здатність ґрунту забезпечувати азот шляхом підвищення потенціалу мінералізації та рівня органічного азоту в ґрунті, а потім сприяти

поглинанню та накопиченню азоту рослинами. Комбіноване застосування вики та сечовини може сприяти проходженню ростових процесів та збільшенню коефіцієнта використання азоту сечовини рослинами [23]. Сидерати також впливають на чисельність генів бактерій, пов'язаних з кругообігом азоту мікроорганізмів [24].

Застосування сидератів може забезпечити більш стабільну форму постачання азоту та зменшити потенціал нітрифікації за рахунок зменшення субстратів нітрифікації, що може підтримувати відносно стабільну тенденцію вмісту $\text{NH}_4^+\text{-N}$ у ґрунті [25], отже, зменшити випаровування ґрунтового азоту, вимивання та стік, що сприятиме захисту водного та атмосферного середовища [26].

Крім того, застосування сидератів призводить до швидкого збільшення кількості ґрунтових мікроорганізмів, але високі співвідношення C/N і C/P не бобових сидеральних культур збільшують поглинання доступних форм азоту і фосфору в ґрунті мікроорганізмами, що знижує їх вміст в ґрунті на початковій стадії повернення сидератів, а потім пригнічує ранній ріст рослин [27]. Рослини сидератів містять основні макроелементи (N, P, K) і більше мікроелементів (Ca, Mg, Si), які можуть не тільки переносити поживні речовини в ґрунт і забезпечувати збалансоване і стійке надходження поживних речовин у ґрунт, а й сприяти поглинанню поживних речовин з глибших шарів ґрунту корінням рослин [28]. Отже, застосування сидератів є ефективним методом покращення управління азотом і підвищення врожайності сільськогосподарських культур.

Сидерати характеризуються високою ризосферною активністю, швидким ростом, великою біомасою та накопиченням хімічних речовин у тканинах. Їх можна використовувати для ефективного відновлення залишків гербіцидів у ґрунті. Рекультивація за допомогою сидератів передбачає поглинання і транспортування гербіцидів у ґрунтового розчині. Оскільки різні види сидератів мають різну чутливість до гербіцидів, це може призвести до відмінностей у процесах їх транспортування та трансформації [29]. Крім того,

використання сидератів у стратегіях фіторемедіації також значно скорочує інтервал між періодом застосування гербіциду та сівбою послідуєючої культури, тим самим зменшуючи часові витрати в сільськогосподарському виробництві [39].

Попередні дослідження виявили, що дворічні бобові сидерати можуть значно зменшити банк насіння бур'янів весняної сівби в наступні роки, що свідчить про те, що сидерати не тільки сприяють зменшенню залишків пестицидів, але й зменшують кількість бур'янів у посівах однорічних культур після сівби сидеральних культур, тим самим зменшуючи кількість гербіцидів, що використовуються під час вирощування культури, і досягаючи мети захисту навколишнього середовища.

Природна концентрація важких металів у ґрунтах залежить від геологічних особливостей ґрунту, але щороку в ґрунт вноситься велика кількість хімічних речовин у вигляді добрив і пестицидів, що може призвести до різкого збільшення вмісту важких металів у ґрунті. Зокрема, накопичення кадмію, свинцю, ртуті та миш'яку, а також здатність до біоаккумуляції та токсичність цих металів у ґрунті, рослинах та тканинах тварин становлять велику загрозу для продовольчої та екологічної безпеки [31]. Важкі метали не можуть розкладатися в процесі фіторемедіації, а можуть лише трансформуватися з однієї органічної сполуки або стану окислення в іншу органічну сполуку або стан окислення. Фіторемедіація важких металів змінює їхній ступінь окислення до стану з меншою токсичністю, легкою летючістю, меншою біодоступністю та більшою або меншою розчинністю у воді [32]. Вчені [33] виявили, що завдяки підкисленню ризосфери та органічним хелатуючим агентам, які виділяються ризосферними мікроорганізмами, біодоступність важких металів збільшується, що негативно впливає на ріст товарних культур. Індуковані корінням зміни біохімічних властивостей ґрунту значною мірою впливають на розчинність і доступність мікроелементів важких металів [34].

Висока питома поверхня ґрунтових колоїдів допомагає контролювати концентрацію важких металів у природному ґрунті, але це може бути специфічним для певного металу [35]. Внесення сидератів збільшує пористість ґрунту, тим самим збільшуючи питому поверхню ґрунту і зменшуючи розчинність важких металів [36]. Крім того, було показано, що аерація ґрунту, мікробна активність і мінеральний склад впливають на доступність важких металів у ґрунті.

1.2. Роль мікроелементів у процесі формування продуктивності сої.

Щоб задовольнити попит на продукти харчування та енергію населення, яке постійно зростає, світове виробництво сільськогосподарських культур має подвоїтися до 2050 року. Вчені зазначають, що управління поживними речовинами та водними ресурсами відіграє центральну роль у задоволенні прогнозованого попиту на продукцію [37]. Сірка є важливим поживним елементом, що лімітує ріст рослин, і впливає на поглинання інших поживних елементів, таких як азот, фосфор, калій, молібден, цинк, залізо, селен і бор [38]. Концентрація сірки в рослинах може коливатися від 0,05 % до 0,90 % [39].

Сірка міститься у фотосинтетичних мембранах у вигляді сульфоліпідів [40], а також є компонентом, пов'язаним зі стійкістю рослин до біотичних та абіотичних стресів [41]. Сірка є ключовим елементом амінокислот цистеїну, метіоніну, та білка [42] і виконує важливу функцію в загальних метаболічних процесах рослини [43].

У 1950-х роках дефіцит S у сільськогосподарських культурах не був таким розповсюдженим, але з часом став все більш поширеним явищем. З 2009 по 2015 рік внесення сірчаних добрив збільшилося з 6,65 до 7 млн т на глобальному рівні. Очікується, що дефіцит сірки зростатиме внаслідок підвищення ефективності програм контролю за забрудненням SO₂ внаслідок більш суворого екологічного законодавства [44], використання високоврожайних сортів, що сприятиме збільшенню вилучення врожаю, зменшенню інтенсивності обробітку ґрунту [45], збільшенню використання

добрив з низьким вмістом сірки, зменшенню використання фунгіцидів та інсектицидів, що містять сірку [46,47], а також зменшенню втрат через вимивання та ерозію ґрунтового шару [48].

Зменшення доступності сірки може бути також пов'язаним із втратою органічної речовини ґрунту, яка включає до 95 % загального вмісту даного елементу у ґрунті. Кількість органічної речовини зменшується внаслідок ерозії ґрунту, традиційного обробітку ґрунту та зменшення кількості органічного вуглецю, спричиненого глобальним потеплінням [49].

Вчені виявили [50], що додавання сірки в розумних межах у ґрунт зменшує його видиму питому вагу, а також покращує водоутримуючу здатність за рахунок агрегатів, що утворилися в результаті окислення. Цікаво, що хоча утворення агрегатів може бути прямим результатом дії сульфатів, вплив на фізичні властивості пояснюється кількома взаємопов'язаними явищами, такими як утворення сульфатів, перетворення карбонатів на бікарбонати та взаємоперетворення основ у ґрунті. Було помічено, що додавання сірки у вигляді гіпсу зменшує насипну щільність ґрунту [51].

Це пов'язано з вивільненням іону кальцію, що відбувається при розчиненні гіпсу. Ca^{2+} сприяє розвитку більших агрегатів, збільшенню об'єму ґрунту і, в кінцевому підсумку, зниженню насипної щільності ґрунту [52]. Застосування сірчаних добрив знижує рівень рН ґрунту, а також покращує агрегатний склад і його пористість при використанні елементарної форми сірки [53].

Доведено, що додавання сірки покращує електропровідність ґрунту та вміст органічного вуглецю, який відіграє вирішальну роль у покращенні пористості ґрунту та розподілу частинок і пор за розмірами [54,55].

Наявність бору в сільськогосподарських ґрунтах та зрошувальній воді має значний вплив на виробництво сільськогосподарських культур [56]. Багато досліджень виявили важливість наявності оптимального рівня забезпеченості рослин бором для більшості сільськогосподарських культур для підвищення рівня врожаю. Дефіцит бору і токсичність, при якій він

переважає, є наслідком поєднання типу ґрунту і кліматичних умов. Наприклад, у регіонах з великою кількістю опадів вимивання спричиняє дефіцит бору. Однак у посушливих або напівпосушливих регіонах відносно висока концентрація бору в ґрунтових водах призводить до його токсичності для рослин [57]. Окрім функції в метаболізмі рослин, бор може мати позитивний або негативний вплив на поведінку інших поживних речовин у рослинах, залежно від В забезпеченості, видів або генотипів культур, стадій росту та поживних середовищ [58].

Борні добрива вносяться в багатьох регіонах, відомих як дефіцитні по відношенню до бору. Потреба культур у борі відрізняється одна від одної. Врахування різних потреб культур, вмісту бору в ґрунті та джерел борних добрив є дуже важливим для сільськогосподарських угідь з дефіцитом бору [59, 60].

Роль бору в структурі клітинної стінки є значною. Клітинна стінка відіграє важливу роль у підтримці жорсткості рослин, забезпечуючи міцність і форму клітини. Вона також забезпечує стійкість до патогенів і має здатність зв'язувати та секвеструвати токсичні іони або молекули [61]. Клітинні стінки являють собою складні суміші вуглеводів та інших компонентів. Під час росту і розвитку рослини її клітинні стінки повинні перебудовуватися, щоб адаптуватися до змін форми клітин. Повідомляється, що фракції клітинної стінки містять майже 90% бору і пов'язані з синтезом і стабільністю клітинної стінки, створюючи складні ефіри з цис-діольними групами, які існують в клітинній стінці [62].

Бор має важливе значення для симбіотичної фіксації азоту повітря бобовими рослинами. Його дефіцит призводить до зменшення кількості бульбочок, та їх потенціалу до фіксації N_2 [63]. Разом з тим спостерігається зниження активності нітратредуктази і підвищення накопичення нітратів у рослинах [64].

Рослини на репродуктивній стадії росту потребують бору значно більше, ніж для вегетативного росту [65]. Потреба в борі для цвітіння ґрунтується на

чутливості пилку до нестачі бору, і ця чутливість залежить від виду суцвіть. Компактні суцвіття потребують бору більше, ніж пазушні суцвіття [66]. Крім того, бор необхідний для розвитку пилкових трубок і пиляків. Відомо також про можливий розрив пилкових трубок за дефіциту бору [67].

1.3. Роль біопрепаратів у процесі формування продуктивності сої.

Застосування хімічних добрив є поширеним прийомом підвищення родючості ґрунту та врожайності сільськогосподарських культур. Ефективне внесення добрив може сприяти здоров'ю ґрунтової екосистеми. Однак нераціональне внесення добрив може призвести до низки екологічних проблем, включаючи зниження біорізноманіття та продуктивності ґрунтів [68], забруднення навколишнього середовища [69] та підкислення ґрунтів [70].

В даний час такі заходи, як залуження, органічне заміщення [71], посів сидератів [72] та застосування біодобрив [73] були впроваджені в сільському господарстві для зменшення шкідливого впливу хімічних добрив на навколишнє середовище.

Біодобрива стали актуальною точкою досліджень через їхню екологічність та ефективність. Вони можуть активувати фіксовані поживні речовини в ґрунті, стимулювати ріст і поглинання кореневою системою поглинання кореневою системою, а також зменшити норми внесення добрив з відповідними відповідними поживними елементами [74]. За допомогою таких коригувань ґрунту можна збільшити кількість корисних бактерій, усунути шкідливі бактерії та зменшити кількість захворювань сільськогосподарських культур [75].

Мікробіологічні препарати сої є біодобривами і сприяють фіксації азоту та скороченню викидів [76]. Грамнегативні ґрунтові бактерії *Rhizobium* є широко розповсюдженими і можуть стимулювати бобові культури до утворення корневих бульбочок та до симбіотичної азотфіксації [77]. Ці мікроорганізми мають позитивний вплив на ріст і поглинання поживних речовин, в тому числі сприяють поглинанню фосфору та заліза, а також

сприяють продукуванню рослинних гормонів росту рослин. Вони можуть додатково збільшити кількість корисних мікроорганізмів, мінімізувати поширеність шкідників і хвороб, а також підвищити врожайність [78].

Рослинний гормон гіберелін, що виробляється ризобіями, збільшує розмір бульбочок бобових культур-господарів [79]. Крім того, інокуляція ризобіями може сприяти підвищенню врожайності сої [80]. Крім того, повідомляється, що вплив лише інокуляту ризобій є слабшим, ніж вплив ризобій у поєднанні з іншими штамами мікроорганізмів або хімічними добривами. Швидкість утворення бульбочок і врожайність сої можна покращити шляхом спільної інокуляції *Bradyrhizobium japonicum* та *Azospirillum brasilense* [81].

Було доведено, що *Rhizobium* є екологічно чистим заміником азотних добрив [82].

Довгострокове внесення добрив сприяло збільшенню чисельності бактерій і зміні бактеріального складу у ризосфері. У свою чергу, мікроби є життєво важливим індикатором родючості ґрунту і виконують невід’ємну функцію в екосистемі сільськогосподарських угідь. Разом з тим було виявлено, що інокуляція ризобіями може підвищити врожайність сої за рахунок збільшення сухої маси бульбочок [83].

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Характеристика умов місця проведення досліджень

Дослідження було проведено на території Державного підприємства “Дослідне господарство “Степне” Інституту свинарства і АПВ НААН”.

Ґрунт дослідної ділянки чорнозем типовий малогумусний глибокозакіпаючий [84]. За механічним складом ґрунт дослідної ділянки є важким суглинком із вмістом грубого пилу – 37-43 %, мулуватих часток – 25-38 %. Колоїдні частинки по профілю розподілені незначною мірою.

Значення показників питомої ваги орного шару ґрунту (0-30 см) становлять 2,63 г/см³, загальної пористості – 55,1-59,8 %, вологість стійкого в'янення – 8,9-9,4 %, польової вологоємності – 29,7-30,5 %.

За наявними значеннями агрохімічних показників ґрунт може вважатися придатним для цілей виробництва продукції наявних у господарстві сільськогосподарських культур. Так вміст гумусу в горизонті 0-20 см становить 4,9-5,2 %, у горизонті 35-45 см – 3,72-4,07 %, у горизонті 1,5 м – 0,6-0,7 %. В орному шарі ґрунту ємкість поглинання катіонів знаходиться на рівні 33,0-35,0 мг-екв. на 100 г.

Реакція ґрунтового розчину є слабкокислою, із рН сольової витяжки на знаходиться на рівні 6,3. Гідролітична кислотність ґрунту становить 1,6-1,9 мг-екв. на 100 г ґрунту. Величини вмісту основних елементів у орному шарі ґрунту знаходяться на рівні: для азоту що гідролізується – 5,44-8,10 мг, (визначено за методикою Тюріна і Конової), рухомого фосфору – 10-15 мг (визначено за методикою Чирикова), калію – 16-20 мг на 100 г ґрунту (визначено за методикою Маслової).

3.2. Погодні умови місця проведення досліджень

Умови, що склалися впродовж вегетаційного періоду сої у два роки проведення досліджень за характером розподілу опадів були досить контрастними. Слід відмітити, що роки проведення досліджень характеризувалися підвищеними порівняно із середньобагаторічними показниками, значеннями середньодобової температури повітря.

Так, розвиток рослин у травні відбувався за дещо вищих за середньобагаторічні показники, але достатньо помірних значень температури повітря та досить нерівномірного розподілу опадів. Їх значна частина випала у другій декаді місяця, у той час як перша і третя декади були посушливими. Активний розвиток надземної частини сої припав на червень, що характеризувався підвищеними на 0,9 °С значеннями середньодобової температури повітря порівняно із багаторічними показниками. В цілому за

місяць випало 33,8 мм дощу, що на 27,9 мм менше за багаторічні значення. Достигання сої відбувалося за жарких посушливих умов липня та недостатньої вологозабезпеченості рослин, що відповідно негативно відобразилося на формуванні продуктивності рослин (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

**Значення температури повітря та кількості опадів за
вегетаційний період 2023 року**

Показники	Місяці					
	квітень	травень	червень	липень	серпень	
Фактична середньодобова температура повітря, °С за місяць	9,8	15,0	20,3	24,3	20,0	
Середньодобова температура, норма за місяць	9,3	15,7	19,4	21,2	20,1	
Абсолютний максимум t повітря, °С	фактично	25,8	30,6	33,8	35,3	33,8
	норма	22,4	28,0	31,0	33,2	32,7
Опади, мм фактично за місяць	30,9	27,3	34,6	25,2	22,9	
Опади, мм багаторічна норма за місяць	31,2	45,5	65,2	61,1	42,7	

Погодні умови 2024 року були вкрай несприятливими для росту і розвитку рослин та формування урожайності сої, особливо під час репродуктивного розвитку рослин, що було пов'язано із аномальною повною відсутністю опадів.

Натомість температура повітря у місяці вегетації різною мірою перевищувала середньобагаторічні значення. Це перевищення було найбільш відчутним у липні (4,0 °С). Значення абсолютного максимуму і температури були також підвищеними. Наприкінці червня та у липні склалися вкрай несприятливі погодні умови. Поєднання повної відсутності опадів у третій декаді червня і у липні і високих значень середньодобової температури повітря призвело до порушення усіх фізіологічних процесів, пов'язаних із формування врожаю (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

**Значення температури повітря та кількості опадів за
вегетаційний період 2024 року**

Показники	Місяці					
	квітень	травень	червень	липень	серпень	
Фактична середньодобова температура повітря, °С за місяць	9,1	16,3	23,2	25,2	22,7	
Середньодобова температура, норма за місяць	9,3	15,7	19,4	21,2	20,1	
Абсолютний максимум t повітря, °С	фактично	26,3	28,6	34,8	39,7	37,2
	норма	22,4	28,0	31,0	33,2	32,7
Абсолютний мінімум t повітря, °С	фактично	-4,2	3,4	8,1	13,0	12,0
	норма	-3,7	2,1	6,8	9,9	8,5
Опади, мм фактично за місяць	41,5	38,4	32,8	0,1	0,0	
Опади, мм багаторічна норма за місяць	31,2	45,5	65,2	61,1	42,7	

3.3. Методика проведення досліджень

Закладання досліду і проведення запланованих експериментів відіювалося на території державного підприємства “Дослідне господарство “Степне” Інституту свинарства і АПВ НААН” впродовж 2023 і 2024 років.

У досліді вивчалися:

- застосування біопрепаратів на основі азотфіксуєуючих мікроорганізмів (ХітСтікСою, 2 л/т) (ХСС), як фактор А
- варіанти удобрення із використанням рослин вики, як сидерального добрива та мікроелементів S і В у фазі бутонізації, як фактор В.

Варіанти і повторення у досліді розміщувалися рендомізовано. Повторність досліду чотириразова. Площа однієї ділянки становила 40 м². Сою у досліді вирощували за загальноприйнятою технологією, виключаючи досліджувані фактори.

Для оцінки розвитку симбіотичного апарату сої відбирали по десять рослин з кожної ділянки у фазі цвітіння і підраховували кількість бульбочок на рослині, визначали свіжу та суху масу бульбочок (г).

Для проведення аналізу розвитку вегетативної частини рослин у динаміці під час настання фаз третього трійчастого листка, цвітіння, формування бобів, та повної стиглості кожен раз відбирали по 10 рослин. На цих рослинах проводили вимірювання висоти (см), їх свіжої та сухої маси. Вимірювання площі листової поверхні у динаміці проводили у фазах настання третього трійчастого листка, цвітіння, формування і наливу бобів.

Безпосередньо перед збиранням врожаю відбирали проби для визначення величини елементів індивідуальної продуктивності рослин (кількість бобів, кількість насінин у одному бобу, маса насіння з однієї рослини, маса 1000 насінин).

РОЗДІЛ 3

ВПЛИВ ЗАСТОСУВАННЯ СИДЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ, МІКРОЕЛЕМЕНТІВ ТА БІОЛОГІЧНОГО ПРЕПАРАТУ НА ПРОЦЕС ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ

3.1. Вплив сидерального удобрення, мікродобрив та біопрепарату на висоту рослин сої

Ріст є однією з найбільш фундаментальних і помітних характеристик живої істоти. Це поняття визначити як необоротне збільшення в розмірах органу, його частин або навіть окремої клітини. Як правило, ріст відбувається за рахунок протікання в організмі метаболічних процесів (як анаболічних, так і катаболічних), які відбуваються за рахунок поглинутої і перетвореної у рослинах енергії сонячної радіації. Ріст рослин обумовлений наявністю меристем в певних місцях їх тіла. Клітини таких меристем мають здатність ділитися і самовідновлюватися. Продукт, однак, незабаром втрачає здатність до поділу, і такі клітини утворюють тіло рослини. Ріст рослин виражається рядом параметрів, основними з яких є збільшення лінійних розмірів у висоту.

Всі рослини ростуть; різниця полягає в швидкості росту, яка буває або повільною, або швидкою. Зростання припиняється у певний момент життєвого циклу рослини. На це впливає взаємодія генів і факторів навколишнього середовища, серед яких вагому роль поряд із освітленням, температурою повітря, вологозабезпеченість, відіграє забезпеченість рослин поживними речовинами.

Результати дослідження показали, що ростові процеси надземної частини рослин сої були нерівномірними впродовж вегетаційного періоду. Початкові етапи розвитку рослин характеризувалися незначним збільшення висоти рослин у всіх варіантах, що досліджувалися. Від фази третього трійчастого листка до фази цвітіння спостерігалось досить інтенсивне збільшення лінійних розмірів надземної частини рослин гороху. Від початку цвітіння до формування бобів було занотовано гальмування лінійних приростів рослин у висоту, що могло бути пов'язано із спрямуванням синтезованих органічних сполук до репродуктивних органів. Під час формування, розвитку і досягання бобів і насіння у них лінійний приріст рослин у висоту був мінімальним.

Результати, представлені у таблиці показали найменшу інтенсивність лінійних приростів рослин у висоту на контрольному варіанті. Застосування вики у якості зеленого добрива сприяло підвищенню інтенсивності ростових процесів впродовж вегетаційного періоду сої, внаслідок чого значення висоти її рослин у фазі повної стиглості насіння у даному варіанті перевищували контроль на 2,5 см.

Поєднання зеленого удобрення і позакореневого підживлення рослин сіркою покращувало умови формування надземної частини рослин, внаслідок чого лінійні розміри їх стебла перевищували контрольний варіант на 3,4 см.

Комплексне застосування S+B на фоні внесення сидеральних добрив забезпечило збільшення значень показника висоти рослин на 4,1 см щодо контролю (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

**Висота рослин сої залежно від застосування сидерального добрива,
мікродобрив та біопрепарату, см (2023-2024 рр.)**

Інокуляція насіння	Удобрення	Фази росту і розвитку рослин				
		третій трійчастий листок	бутонізація	цвітіння	формування бобів	повна стиглість насіння
-	-	6,8	20,8	35,4	44,8	46,3
	Вика	7,5	21,3	36,7	46,2	48,8
	Вика+S	7,9	23,4	37,5	47,9	49,7
	Вика+S+B	8,1	24,9	38,2	48,4	50,4
ХСС	-	7,9	22,7	37,8	45,5	47,9
	Вика	8,6	24,5	38,4	47,8	49,8
	Вика+S	8,9	26,8	39,3	48,4	51,6
	Вика+ S+B	10,4	27,5	41,8	51,7	53,4

У варіанті із проведенням інокуляції насіння висота рослин впродовж вегетаційного періоду перевищувала контрольний варіант і у фазі повної стиглості насіння сягала 47,9 см, а її поєднання із внесенням сидеральних добрив сприяло збільшенню величини даного параметру порівняно з контролем на 3,5 см.

Комплексне застосування біопрепарату, сидеральних добрив і мікроелементів

Дані також показали, що найвищі значення висоти рослин були відмічені у варіантах комплексного поєднання застосування біопрепарату, сидеральних добрив і мікроелементів, причому поєднання (S+B) виявилось більш ефективним. У цьому варіанті висота рослин у фазі повної стиглості насіння перевищила контроль на 7,1 см.

3.2. Вплив сидерального удобрення, мікродобрив та біопрепарату на динаміку розвитку листкової поверхні посівів сої та продуктивність її фотосинтетичної роботи.

Продуктивність рослин визначається як результат роботи цілісної метаболічної системи. Так, фотосинтез забезпечує постачання метаболічних процесів вуглецем і енергією, на які спирається вся система фізіологічних процесів у рослині, але ця взаємодія не є лінійною, вона визначається взаємозв'язком кількох факторів, таких як розвиток, структура рослинного покриву, величина листкових пластинок, співвідношення джерела і поглинача, а також інтенсивність і продуктивність фотосинтезу. Листкові пластинки є основними органами фотосинтетичної діяльності рослин, тому їх розміри є ключовим параметром впливу на інтенсивність проходження біологічних процесів у рослинах, таких як ріст і розмноження. Розвиток листкової поверхні піддається значному впливу факторів зовнішнього середовища, серед яких вагому роль відіграє забезпеченість рослин елементами мінерального живлення.

Результати дослідження показали, позитивний вплив факторів, що вивчалися та їх поєднання на величину листкової поверхні посівів сої. Дані представленої таблиці показують, що найменші параметри площі листкової поверхні були відмічені у контрольному варіанті.

Застосування вики у якості зеленого добрива сприяло покращанню умов формування листкової поверхні посівів впродовж вегетаційного періоду сої, внаслідок чого її величина у фазі формування бобів перевищували контроль на

У варіанті поєднання зеленого удобрення і позакореневого підживлення рослин сіркою площа листкової поверхні рослин у фазі формування бобів становила 34,8 тис. м²/га, що перевищувало контроль на 7,4 %. Комплексне застосування S+B на фоні внесення сидеральних добрив забезпечило

збільшення значень даного показника на 4,3 тис. м²/га щодо контролю (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Динаміка формування листкової поверхні посівів сої залежно від застосування сидерального удобрення, мікродобрив та біопрепарату, тис. м²/га (2023-2024 рр.)

Інокуляція насіння	Удобрення	Фази росту і розвитку рослин				
		третій трійчастий листок	бутонізація	цвітіння	формування бобів	налив насіння
-	-	6,8	19,7	28,6	32,4	30,4
	Вика	7,3	20,9	30,8	33,6	31,5
	Вика+S	8,4	21,3	31,7	34,8	32,8
	Вика+S+B	8,8	22,8	32,9	35,9	33,6
ХСС	-	7,5	20,5	29,6	33,3	31,7
	Вика	8,6	21,7	31,3	34,9	32,5
	Вика+S	9,3	22,5	32,5	36,1	33,8
	Вика+ S+B	10,1	23,8	33,9	37,8	35,1

У варіанті із проведенням інокуляції насіння величина листкової поверхні впродовж вегетаційного періоду перевищувала контрольний варіант і у фазі формування бобів сягала 33,3 тис. м²/га, а її поєднання із внесенням сидеральних добрив сприяло збільшенню величини даного параметру порівняно з контролем на 2,5 тис. м²/га.

Дані також показали, що листкова поверхні посівів сої була найбільш розвиненою у варіантах комплексного поєднання застосування біопрепарату, сидеральних добрив і мікроелементів, причому поєднання (S+B) виявилось більш ефективним. У цьому варіанті площа листкової поверхні у фазі формування бобів була найбільшою в цілому по досліді (37,8 тис. м²/га).

Слід також відзначити нерівномірність збільшення величини листкової поверхні посівів сої впродовж вегетаційного періоду. На початку вегетації рослини формували листкову поверхню незначних розмірів. Період від третього трійчастого листка до цвітіння характеризувався найбільш інтенсивним розвитком асиміляційної поверхні рослин. Піку свого розвитку вона досягала у фазі формування бобів. У цей час величина площі листкової поверхні посівів сої залежно від застосування досліджуваних факторів сягала значень 32,4-37,8 тис. м²/га. Надалі, від формування бобів до наливу зерна розміри листкової поверхні посівів сої поступово зменшувалися, здебільшого за рахунок відмирання листків нижніх ярусів.

Фотосинтез є основою продукування біомаси рослинами. Так, у процесі фотосинтетичної діяльності рослини синтезують близько 95 % органічних сполук, що забезпечують проходження усіх життєво важливих процесів.

У спеціалізованих структурах, які називаються хлоропластами, рослини використовують енергію сонячного світла для перетворення вуглекислого газу та води в глюкозу та кисень. Цей процес не тільки стимулює ріст рослин, але і призводить до накопичення органічної речовини у вигляді біомаси. Енергія, що отримується в процесі фотосинтезу, накопичується в клітинах рослин і може бути використана для різних цілей, що робить рослини безцінним ресурсом як для природних екосистем, так і для діяльності людини.

Результати досліджень показали значний позитивний вплив мінерального удобрення, застосування біопрепарату, сидеральних добрив і мікроелементів на продуктивність роботи асиміляційної поверхні посівів сої впродовж вегетаційного періоду, що виражалось у величині сухої біомаси надземної частини рослин. Зміна параметрів даного показника характеризувалась нерівномірність впродовж вегетаційного періоду. Так, у фазі появи і розвитку третього трійчастого суха маса рослин була найменшою. Її значення змінювалися у межах від 1,06 до 1,53 г залежно від факторів що вивчалися (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

**Динаміка накопичення абсолютно сухої речовини рослинами сої
залежно від застосування сидерального удобрення, мікродобрив та , г
(2023-2024 рр.)**

Інокуляція насіння	Удобрення	Фази росту і розвитку рослин			
		третій трійчастий листок	бутонізація	цвітіння	налив насіння
-	-	1,06	2,67	5,86	12,8
	Вика	1,18	2,75	5,94	13,4
	Вика+S	1,23	2,98	6,14	14,5
	Вика+S+B	1,48	3,18	6,88	15,2
ХСС	-	1,19	2,86	7,25	14,7
	Вика	1,26	2,98	7,64	15,5
	Вика+S	1,37	3,06	8,36	18,7
	Вика+ S+B	1,53	3,38	9,24	19,4

Від початку фази третього трійчастого листка інтенсивність накопичення надземної сухої біомаси у рослинах збільшувалася і набувала максимуму у період від цвітіння до наливу насіння.

Результати дослідження показали, позитивний вплив факторів, що вивчалися та їх поєднання на інтенсивність накопичення рослинами надземної сухої біомаси. Дані представленої таблиці показують, що найменші параметри даного показника були відмічені на контрольному варіанті.

Застосування вики у якості зеленого добрива сприяло покращанню умови для проходження синтетичних процесів і процесів накопичення органічних сполук впродовж вегетаційного періоду сої, внаслідок чого маса абсолютно сухої речовини рослин перевищувала контроль на 0,6 г.

У варіанті поєднання зеленого удобрення і позакореневого підживлення рослин сіркою маса абсолютно сухих рослин сої у фазі наливу насіння становила 14,5 г, що перевищувало контроль на 13,3 %. Комплексне

застосування S+B на фоні внесення сидеральних добрив забезпечило збільшення значень даного показника на 2,4 г щодо контролю. У варіанті із проведенням інокуляції насіння маса сухих рослин впродовж вегетаційного періоду перевищувала контрольний варіант і у фазі наливу насіння сягала 14,7 г, а її поєднання із внесенням сидеральних добрив сприяло збільшенню величини даного параметру порівняно з контролем на 2,5 г.

Дані також показали, що найбільш інтенсивний приріст абсолютно сухої біомаси рослин був у варіантах комплексного поєднання застосування біопрепарату, сидеральних добрив і мікроелементів, причому поєднання (S+B) виявилось більш ефективним. У цьому варіанті маса рослин у абсолютно сухому стані у фазі наливу насіння була найбільшою в цілому по досліді (19,4 г).

3.3. Вплив сидерального удобрення, мікродобрив та біопрепарату на величину симбіотичного апарату рослин сої.

Соя, як і кожна зернобобова культура має унікальну властивість біологічної фіксації азоту атмосфери, та забезпечення ним свого розвитку. Формування потужного симбіотичного апарату у зоні ризосфери знаходиться у прямій залежності від взаємодії генотипів рослини та бульбочкових бактерій, та комплекс факторів навколишнього середовища, таких як поживний режим, вологозабезпеченість, температурний режим та рН ґрунту та ін. У процесі симбіотичної взаємодії на коренях рослин формуються нові органи, так звані бульбочки. У них і відбувається процес фіксації молекулярного азоту повітря під дією ферменту нітрогенази. Специфічний зв'язок між цими органами і рослиною контролюється за рахунок обміну азоту і вуглецю. Із надземної частини рослин до бактерій постачається відновлений вуглець, що використовуються у якості поживної речовини та джерела енергії, а також стимулятора азотфіксації, в той час як із бульбочок до рослини надходить відновлений азот. У сільськогосподарських системах За рахунок біологічної фіксації азоту повітря такими системами до ґрунту за рік може надійти близько

50-200 млн тонн азоту, що відіграє суттєву роль у процесі формування продуктивності сільськогосподарських культур. Тобто біологічна фіксація азоту виступає у ролі фактора зниження виникнення ризиків забруднення, викликаних надмірним використанням синтетичного азоту і відповідного зниження витрат виробничого процесу.

Наведені у таблиці результати досліджень показали нерівномірність у формуванні симбіотичного апарату рослин сої впродовж періоду росту і розвитку. На початкових його стадіях розміри симбіотичного апарату були незначними. До фази цвітіння включно вони поступово збільшувалися, а вже від настання формування бобів і насіння, величина симбіотичного апарату рослин зменшувалася.

У ході проведення досліджень, нами був відмічений значний вплив мінерального удобрення та інокуляції насіння на нодуляційний процес сої.

Результати дослідження показали, позитивний вплив факторів, що вивчалися та їх поєднання на розміри симбіотичного апарату рослин сої. Дані представленої таблиці показують, що найменші параметри даного показника були відмічені на контрольному варіанті.

Застосування вики у якості зеленого добрива сприяло покращанню умов формування симбіотичного апарату рослин впродовж вегетаційного періоду сої, що знайшло своє відображення у збільшенні кількості і маси бульбочок у фазі формування бобів на 5,9 шт./роsl. і 7,2 г відповідно щодо контролю.

У варіанті поєднання зеленого удобрення і позакореневого підживлення рослин сіркою кількість і маса бульбочок у фазі формування бобів становили сидеральних добрив забезпечило збільшення значень даних показників на 17,3 шт./роsl. і 30,2 г щодо контролю (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Формування симбіотичного апарату сої залежно від застосування сидерального удобрення, мікродобрив та біопрепарату, (2023-2024 рр.)

Інокуляція насіння	Удобрення	Фази росту і розвитку рослин					
		бутонізація		цвітіння		формування бобів	
		кількість бульбочок, шт./росл.	маса бульбочок, г/росл.	кількість бульбочок, шт./росл.	маса бульбочок, г/росл.	кількість бульбочок, шт./росл.	маса бульбочок, г/росл.
-	-	39,5	22,2	95,4	102,7	112,5	108,4
	Вика	47,3	27,2	104,3	108,6	118,4	115,6
	Вика+S	48,5	34,8	112,3	110,3	120,5	127,5
	Вика+S+B	54,4	48,6	120,8	118,9	129,8	138,6
ХСС	-	43,4	33,5	108,4	114,5	124,3	111,9
	Вика	49,6	42,1	114,2	128,3	129,5	123,7
	Вика+S	54,3	63,2	122,5	131,4	131,8	132,8
	Вика+S+B	63,4	68,4	133,1	137,2	134,5	139,7

У варіанті із проведенням інокуляції насіння величини кількості і маси бульбочок перевищували контрольний варіант і у фазі формування бобів на 11,8 шт./росл. і 3,5 г відповідно, порівняно з контролем. У варіанті поєднання інокуляції насіння і внесення сидеральних добрив значення кількості і маси бульбочок становили 129,5 шт./росл. і 123,7 г. величини даного параметру порівняно з контролем на 2,5 г.

Дані також показали, що найбільш сприятливі умови для формування симбіотичного апарату сої створювалися у варіантах комплексного поєднання застосування біопрепарату, сидеральних добрив і мікроелементів, причому поєднання (S+B) виявилось більш ефективним. У цьому варіанті кількість і маса бульбочок, сформованих на рослинах були найбільшими.

3.4. Вплив сидерального удобрення, мікродобрив та біопрепарату на індивідуальну продуктивність рослин і урожайність посівів сої

Індивідуальна продуктивність рослин виступає як складна взаємодія усіх фізіологічних процесів у рослині впродовж усього періоду вегетації під впливом комплексу факторів навколишнього середовища. Ключовий вплив на розвиток рослин та формування елементів їх продуктивності має вміст у ґрунті достатньої кількості елементів мінерального живлення.

Отримані результати свідчать про позитивний вплив факторів, що вивчалися та їх комплексної взаємодії на величину елементів індивідуальної продуктивності рослин сої.

Так внесення сидеральних добрив сприяло збільшенню кількості бобів, сформованих на рослинах, насінин у них, маси 1000 насінин порівняно з контрольним варіантом на 0,8 шт., 0,2 шт., і 14,6 г відповідно (рис. 3.1, 3.2, 3.3).

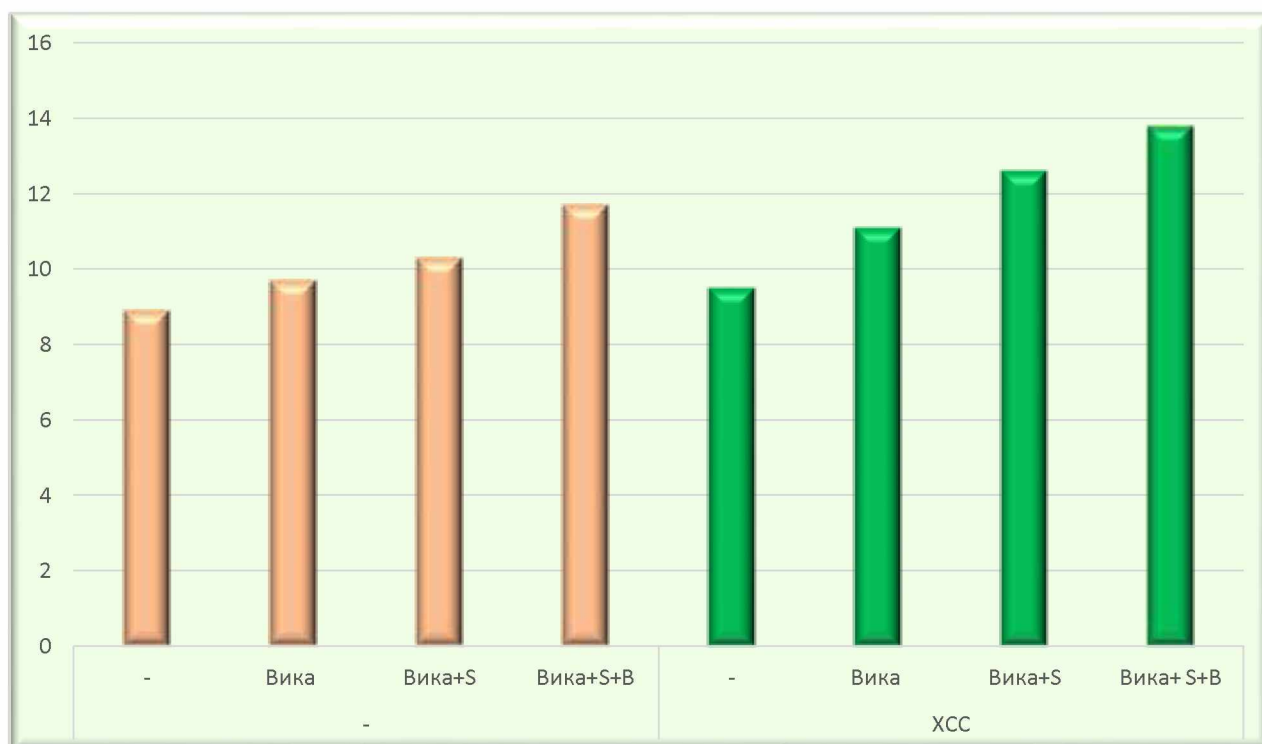


Рис. 3.1. Кількість бобів на 1 рослині залежно від застосування сидерального удобрення, мікродобрив та біопрепарату, шт. (2023-2024 рр.)

У варіанті поєднання застосування рослин вики у якості зеленого добрива і позакореневого підживлення рослин сіркою кількість бобів, сформованих на рослинах, насінин у них, маси 1000 насінин збільшувалася порівняно з контрольним варіантом на 1,4 шт., 0,2 шт., і 16,4 г відповідно.

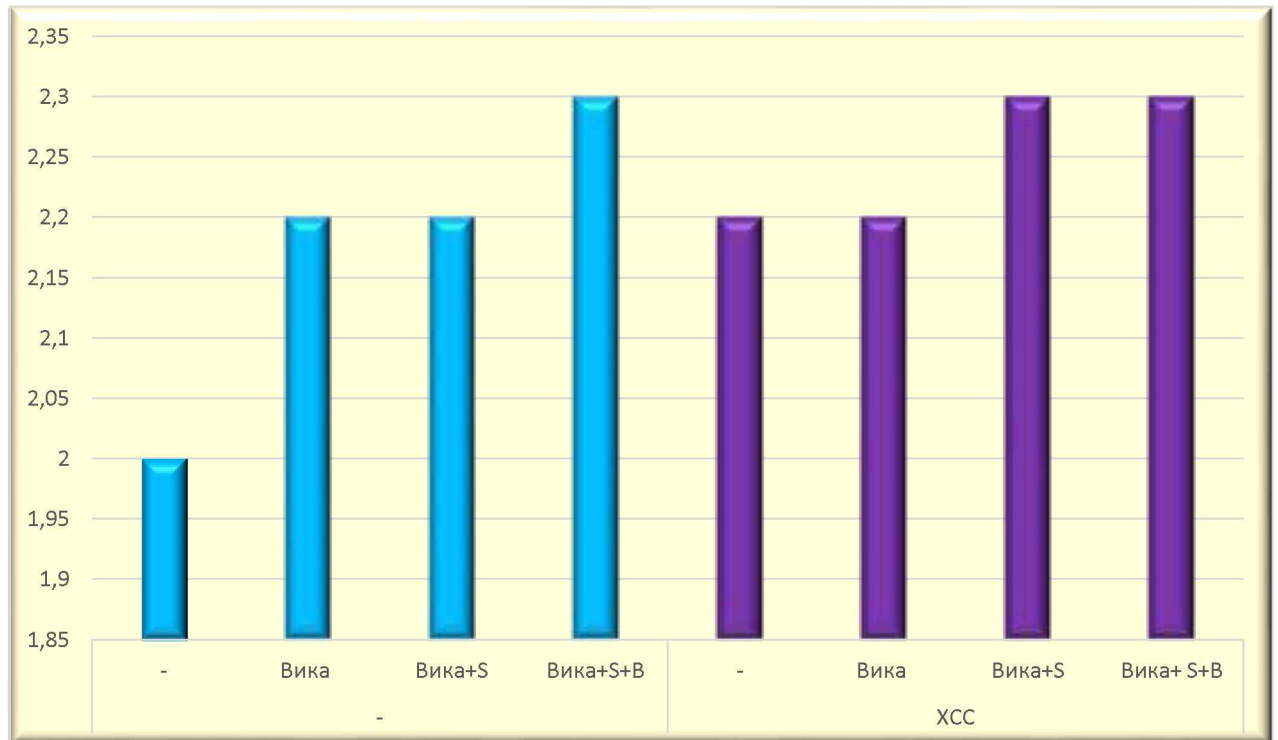


Рис. 3.2. Кількість насінин у 1 бобі залежно від застосування сидерального удобрення, мікродобрив та біопрепарату, шт. (2023-2024 рр.)

Комплексне застосування S+B на фоні внесення сидеральних добрив забезпечило збільшення значень даних показників на 31,5 %, 15,0 %, і 16,8 % відповідно щодо контролю.

У варіанті із проведенням інокуляції насіння величини кількість бобів, сформованих на рослинах, насінин у них, маси 1000 насінин перевищували контрольний варіант на 6,74 %, 10,0 % і 4,02 % відповідно. У варіанті поєднання інокуляції насіння і внесення сидеральних добрив значення кількість бобів, сформованих на рослинах, насінин у них, маси 1000 насінин становили 11,1 шт., 2,3 шт, і 121,3 г відповідно.

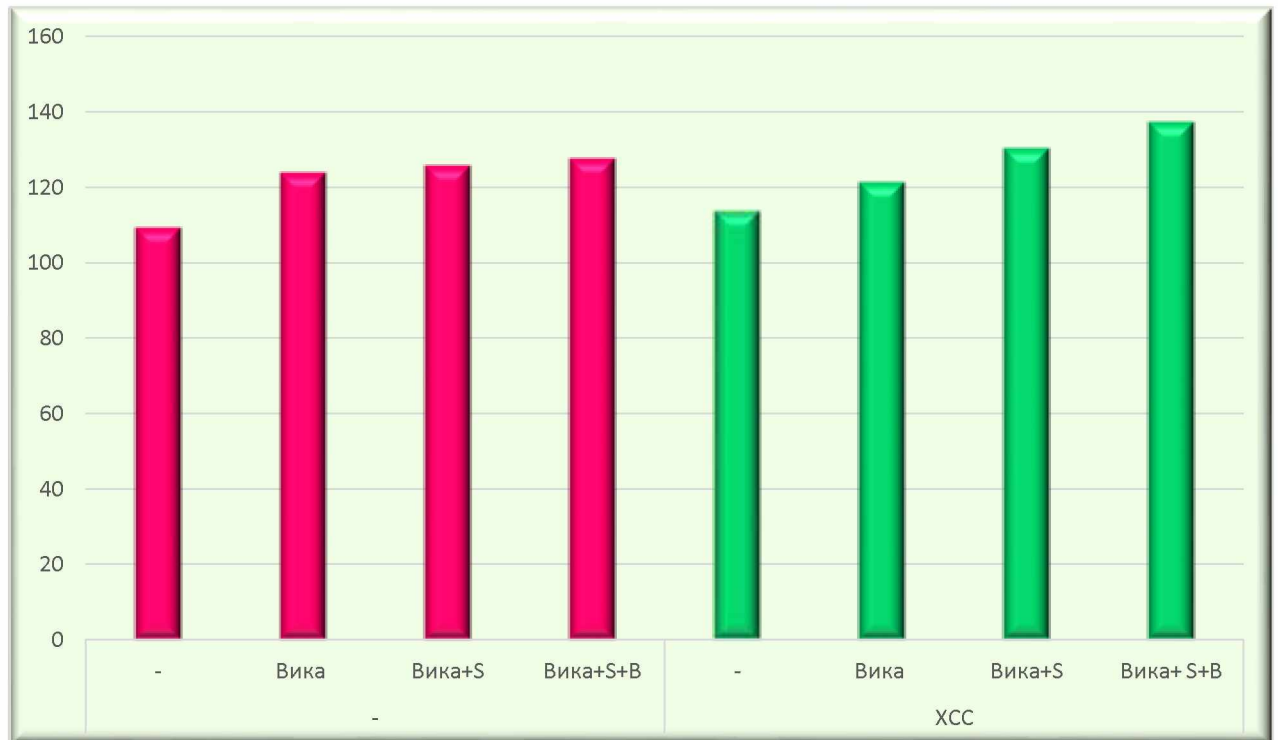


Рис. 3.3. Маса 1000 насінин залежно від застосування сидерального добрива, мікродобрив та біопрепарату, г (2023-2024 рр.)

Разом з тим, результати досліджень показали, що найбільш сприятливі умови для формування структурних елементів врожаю були у варіантах комплексного поєднання біопрепарату, сидеральних добрив і мікроелементів, причому поєднання (S+B) виявилось більш ефективним. У цьому варіанті величини кількості бобів, сформованих на рослинах, насінин у них, маси 1000 насінин були найбільшими (13,8 шт., 2,3 шт., 137,3 г).

Інтенсивний ріст надземної частини і кореневої системи рослин, достатній розвиток фотосинтезуючої поверхні рослин, більш високий вміст фотосинтетичних пігментів у листових пластинках, сприяли, в свою чергу, збільшенню кількості синтезованих метаболітів і накопичення сухої речовини рослинами, а також збільшення середньої кількості сформованих на рослинах бобів та насінин у них, маси 1000 насінин. Величини усіх цих елементів індивідуальної продуктивності рослин обумовили зростання показника урожайності насіння.

Найбільший стимулюючий ефект на формування урожайності насіння був зафіксований у варіантах комплексного поєднання біопрепарату,

с
и
д
е
р

а У варіанті із проведенням інокуляції насіння величина урожайності насіння перевищували контрольний варіант на 3,57 %. У варіанті поєднання інокуляції насіння і внесення сидеральних добрив значення даного показника збільшувалися до 2,39 т/га (табл 3.5).

и

Таблиця 3.5

х **Урожайність насіння сої залежно від застосування сидерального
удобрення, мікродобрив та біопрепарату, т/га (2023-2024 рр.)**

д
о
б
р
и
в

Інокуляція насіння	Удобрення	Урожайність насіння, т/га		Середнє за 2 роки, т/га
		2023	2024	
-	-	2,59	1,89	2,24
	Вика	2,61	1,95	2,28
	Вика+S	2,63	2,06	2,35
	Вика+S+B	2,75	2,15	2,45
ХСС	-	2,67	1,97	2,32
	Вика	2,75	2,03	2,39
	Вика+S	2,84	2,25	2,55
	Вика+ S+B	2,92	2,74	2,83

і

м

і

к

р

о

е

л

е

м

с

НІР_{0,95}, т/га А – 0,06; В – 0,07; АВ – 0,10

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ СИДЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ, МІКРОДОБРІВ ТА БІОПРЕПАРАТУ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

Впровадження нових елементів технології являє собою динамічний процес, який змінюється з часом. Тому таку технологію необхідно спочатку оцінити на предмет можливості застосування її у господарствах різних форм власності. Аналіз фінансової вигоди від застосування того чи іншого прийому є важливим аспектом при оцінці розробки продукту, оскільки він може визначити доцільність вирощування сільськогосподарської культури.

Впровадження нових технологічних прийомів має значення не тільки для агрономії для агрономії, але і, для збільшення доходів фермерів від виробництва сільськогосподарської продукції [85, 86].

Адаптивна та адекватна технологія має чотири характеристики, а саме: вона технічно доцільна, економічно вигідна, соціально прийнятна і нешкідлива для навколишнього середовища [87].

Характеристики економічної доцільності впровадження тієї чи іншої інновації визначатимуть, чи будуть фермери впроваджувати її, виходячи з характеру відносних переваг порівняно із старою технологією [88].

Аналіз економічної доцільності впровадження біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій та його поєднання із застосуванням сидеральних добрив і мікроелементів був здійснений із врахуванням вартості матеріалів та проведених технологічних операцій на базі цін 2023-2024 рр.

Для проведення технологічних операцій, що досліджувалися, потрібно було використати неоднакову кількість фінансів. Це у свою чергу визначило рівень грошових витрат на технологічний процес вирощування сої та його економічну ефективність.

Результати досліджень представлені у поданій таблиці показали, що рівень фінансових витрат змінювався залежно від вартості проведення технологічних операцій у кожному варіанті дослідження. Найменшим (29800

грн./га) він у контрольному варіанті, найвищим – (37500грн./га) у варіанті поєднання усіх досліджуваних факторів.

Вартість валової продукції, як показник ціни зібраного врожаю збільшувалася по мірі зростання величини отриманого з ділянки врожаю насіння з урахуванням покращання умов вирощування рослин залежно від застосування факторів дослідження. Значення даного показнику були найвищими у варіанті комплексного поєднання біопрепарату, сидеральних

Таблиця 4.1

**Економічна ефективність застосування сидерального удобрення,
мікродобрив та біопрепарату у агротехнологічному процесі
вирощування сої (2023-2024 рр.)**

Інокуляція насіння	Удобрення	Вартість валової продукції грн./га	Виробничі витрати, грн./га	Умовно-чистий прибуток, грн./га	Собівартість, грн./т	Рентабельність, %
-	-	38080	29800	8280	13303	62,24
	Вика	38760	31650	7110	13881	51,22
	Вика+S	39950	32700	7250	13914	52,10
	Вика+S+B	41650	34200	7450	13959	53,37
ХСС	-	39440	30500	8940	13146	68,00
	Вика	40630	33100	7530	13849	54,37
	Вика+S	43350	34500	8850	13529	65,41
	Вика+ S+B	48110	37500	10610	13250	80,07

Значення вартості валової продукції та виробничих витрат визначили рівень умовного чистого прибутку, собівартості та рентабельності застосування пропонованих елементів технології вирощування сої.

Залежно від факторів, що вивчалися, величина чистого прибутку у технологічному процесі вирощування сої змінювалася у межах від 8280-10610 грн./т.

Собівартість вирощеної продукції при цьому становила 13146-13959 грн./т, а рентабельність виробництва змінювалася у межах 51,22-80,07 %

У ході проведення детального аналізу економічної ефективності впровадження пропонованих елементів технології вирощування сої було визначено, що серед факторів, які вивчалися у дослідженні найбільш доцільним виявилось комплексне поєднання біопрепарату, сидеральних сої сягала рівня 80,07 %.

РОЗДІЛ 5

ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА

Промислова революція, разом із задоволенням потреб зростаючого населення в продуктах харчування за рахунок підвищення урожайності сільськогосподарських культур, призвела до збільшення використання синтетичних добрив у сільському господарстві [89].

У свою чергу, інтенсивне використання неорганічних добрив у сільському господарстві спричинило виникнення глобальних проблем зі здоров'ям і непоправне забруднення навколишнього середовища.

Вчені довели, що на даний час, величина врожаю понад 70% зернових залежить від добрив. Попит на поживні речовини для рослин Очікується, що попит на поживні речовини для рослин буде безперервно зростати із збільшенням кількості населення. За даними Keeneу [4], населення світу, як очікується, збільшиться до 5 мільярдів до 2050 року. Якщо споживання м'яса та харчових продуктів у розвинених країнах зрівняється з рештою світу до середини 21-го століття, то попит на зерно та поживні речовини, як очікується, потроїться. Слід відмітити, що площа ріллі сільськогосподарського призначення, що використовується для виробництва продовольства за останні кілька десятиліть змінилася незначною мірою і, можливо, навіть зменшилася

в деяких регіонах світу внаслідок урбанізації. Таким чином навантаження внесення поживних речовин на одиницю площі для отримання одиниці врожаю неухильно зростає.

Все це означає, що виробництво продуктів харчування має бути більш інтенсивним та ефективним, ніж будь-коли раніше. Таким чином, для зменшення та усунення негативного впливу синтетичних добрив на здоров'я людини та навколишнє середовище, в наш час вченими було розроблено нові прийоми вирощування сільськогосподарських культур, що отримали назву органічне сільське господарство, стійке сільське господарство або екологічне сільське господарство [91]. Їх впровадження передбачає заміну використання хімічних добрив на біологічні чи органічні.

Загальновідомо, що неорганічні добрива відомі своєю високою вартістю та негативним впливом на навколишнє середовище за нераціонального використання. Все це призводить до зниження врожайності сільськогосподарських культур внаслідок деградації ґрунтів та дисбалансу поживних речовин [92].

Разом з тим, нераціональне використання добрив спричиняє виникнення серйозних екологічних проблем, таких як евтрофікація водойм, втрата біорізноманіття, виснаження озонового шару і, як наслідок, глобальне потепління. Також можуть виникати проблеми зі здоров'ям ґрунту та рослин, оскільки деякі добрива також містять важкі метали, що можуть потрапити з ґрунту до організму людини через харчовий ланцюг. Таким чином, внесення добрив призводить до забруднення води, ґрунту та повітря [93].

За свідченнями вчених, вплив хімічних добрив на ґрунт не є одразу очевидним, оскільки ґрунти мають сильно виражену буферну здатність. З часом у ґрунті накопичуються токсичні речовини і відбувається прогресування деградаційних реакцій, що виражається у погіршенні структури ґрунту [94].

Надмірне використання хімічних добрив може призвести до підкислення ґрунту, тим самим зменшуючи вміст органічної речовини,

гумусу, корисних організмів, що безпосередньо впливає на ростові процеси рослин. У свою чергу, підвищена кислотність ґрунту зменшує споживання фосфатів культурами, збільшує концентрацію токсичних іонів у ґрунті та пригнічує ріст рослин. Вчені зазначають, що надмірні дози азоту азот призводять до руйнації балансу між трьома макроелементами (N, P, K) і мікроелементів, пошкодження верхнього шару ґрунту, а також до обмеження діяльності нітрифікуючих бактерій [95].

Більшість азотних добрив не є продуктами поглинання, і вони впливають як на підземні, так і на поверхневі води. Наявність нітратів у підземних водах слід розглядати в глобальному контексті, оскільки 22% ґрунтів Європи мають концентрацію нітратів у підземних водах вищу за 11,3 мг/л. Глибокі ґрунтові води містять низькі концентрації амонію (менше 0,3 N мг/л), натомість концентрація нітратів у них є підвищеною. Нітрати - це найпоширеніша форма розчиненого азоту, присутня в підземних водах або інших водоймах.

Одним з найважливіших негативних наслідків інтенсивного використання добрив є евтрофікація води. Основним фактором відповідальним за розвиток даного негативного явища є фосфати.

Евтрофікація призводить до посиленого росту водних рослин і водоростей у водоймах, що, внаслідок значного зменшення постачання кисню, призводить до зникнення інших водних живих організмів [96].

Разом з тим, вчені зазначають, що підвищені рівня внесення хімічних добрив можуть призвести до утворення численних шкідливих парникових газів, які виснажують захисний озоновий шар, а отже, піддають живі організми шкідливому впливу ультрафіолетового випромінювання. На сільське господарство припадає 60% викидів N_2O , переважна більшість яких надходить до атмосфери з ґрунту. Парникові гази, такі як CO_2 , CH_4 та N_2O утворюються під час внесення значної кількості азотних добрив [97].

Аміак, що випаровується з удобрених земель, попадає в атмосферу і там окислюється, перетворюючись на азотну, сірчану кислоти, утворюючи після хімічних перетворень кислотні дощі.

Надмірне внесення добрив також зменшує біорізноманіття внаслідок відкладення аміаку в лісах і водоймах. Воно призводить до зменшення мікоризної колонізації коренів і пригнічення симбіотичної фіксації азоту мікроорганізмами. Поживні речовини легко втрачаються з ґрунту через фіксацію, вимивання або виділення газів, що може призвести до зниження ефективності добрив [98].

Нітрати з питної води в організмі людини всмоктуються в кишковому тракті впродовж 4-12 годин і виводяться нирками. Вплив нітратів на організм можна розглядати в три етапи. Первинна токсична концентрація нітратів у питній воді перевищує 50 мг/л NO_3 . Це може призвести до запалення кишківника, травної та сечовидільної систем. Вторинна токсичність, проявляється у виникненні метгемоглобінемії у немовлят і жуйних тварин, раку шлунку та інші захворювань таких як зоб, вроджені вади розвитку та хвороби серця [99].

Проведення екологічної експертизи дозволяє визначити рівень небезпечного впливу застосованих хімічних сполук на природне середовище. Проведений аналіз дозволяє з'ясувати, час коли почався негативний вплив на навколишнє середовище та відбулося забруднення ґрунтів. Відібрані зразки ґрунту можуть піддаватися дослідженню, в результаті чого може бути виявлено перевищення гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин. Так, наприклад у ході проведення порівняння зі зразками, відібраними з ділянок, які не зазнали агресивного впливу може бути виявлена наявність певних шкідливих речовин, а саме свинцю, миш'яку, цинку, нікелю, міді, які відносяться до 2-го та 3-го класу небезпечних сполук. Також на базі існуючих даних може бути розраховано розмір шкоди, заподіяної внаслідок псування та засмічення земель. На основі цих даних експерт робить висновок

щодо впливу даних речовин на родючість ґрунту і через скільки років можна буде відновити родючість ґрунту.

Проведені дослідження зазвичай мають комплексний характер. Окрім фахівця з ґрунтознавства, у їх проведенні можуть брати участь гідролог, який вивчає стан водних ресурсів.

Екологічна експертиза може бути призначена не лише слідчим, а й ініційована громадськими організаціями, за вимогою яких може бути проведено незалежне дослідження. Його результати також можуть підтвердити високий рівень забруднення конкретної природної локації.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ

Відповідно до “Типового положення про службу охорони праці” і Закону України “Про охорону праці” (ст. 15) відповідальність за організацію та стан охорони праці в ДПДГ «Степне» Полтавського району, Полтавської області покладено на директора господарства. У своїй діяльності по охороні праці він керується законодавчими і нормативними актами, наказами і розпорядженнями вищих органів, типовими правилами пожежної безпеки.

За охорону праці на підприємстві відповідає інженер з охорони праці. За дотримання правил техніки безпеки безпосередньо на місцях праці відповідають керівники і спеціалісти відповідних підрозділів.

Операції пов’язані з приготуванням, підвезенням та внесенням мінеральних добрив слід виконувати під наглядом спеціаліста із охорони праці.

Щороку до початку проведення польових робіт усі задіяні у технологічному процесі спеціалісти, проходять інструктаж з питань охорони праці та медичний огляд.

Особам, що мають відповідальність щодо транспортування, зберігання та застосування хімічних добрив, необхідно мати спеціальний допуск для

проведенні робіт із відповідним обладнанням і засобами. Виконання даних робіт працівниками здійснюється згідно із належно оформленим розпорядженням.

Особи, що мають хронічні захворювання, вагітні й жінки годувальниці а також діти до 18 років до робіт із хімічними добривами не допускаються.

Проведення робіт із мінеральними добривами має бути максимально механізованим. Кожному працівнику на весь період робіт належить мати комплект спецодягу, спецвзуття та засобів індивідуального захисту (протигази, респіратор із змінними патронами, захисні окуляри, рукавички тощо).

Засоби індивідуального захисту вибираються і застосовуються у відповідності до властивостей мінеральних добрив, умов праці та особистого фізичного стану працівників. Захисні засоби зберігаються у окремих персональних шафах, що знаходяться у відповідних приміщеннях.

Особливу увагу слід приділяти вимогам безпеки під час усього процесу використання хімічних добрив (зберігання, навантаження, транспортування, постачання до поля, внесення)

До проведення даних технологічних операцій керівник даних робіт повинен провести інструктаж щодо якісної характеристики добрив, а також особливостей їх впливу на організм людини і навколишнє середовище. Також повинен ознайомити працівників із заходами індивідуальної безпеки, правилами охорони праці та правилами дотримання працівниками гігієни праці на робочому місці. Важливим також є ознайомлення працівників з правилами надання домедичної допомоги.

ВИСНОВКИ

1. Проведення інокуляції насіння біопрепаратом на основі азотфіксуючих бактерій, внесення сидеральних добрив і позакореневого підживлення рослин мікроелементами виявило позитивний вплив на інтенсивність наростання надземної частини рослин, про що свідчить збільшення параметрів їх висоти і маси. У цьому відношенні найбільш ефективним виявилось комплексне поєднання біопрепарату, сидеральних д

о 2. Величина листової поверхні посівів, продуктивність її фотосинтетичної діяльності визначалися впливом досліджуваних факторів та їх взаємодією. Найвищі їх параметри були забезпечені у комплексного поєднання біопрепарату, сидеральних добрив і мікроелементів (S+B).

в 3. Формування розвиненої у достатній мірі фотосинтезуючої поверхні, у свою чергу визначило кількість створених і переміщених до плодів, органічних сполук та величину елементів структури врожаю. Їх значення були найбільшими у варіанті комплексного поєднання біопрепарату, сидеральних д

о 4. Комплексне поєднання біопрепарату, сидеральних добрив і рентабельністю його виробництва на рівні 80,07 %.

р

и

в

л

є

м

и

н

к

р

ө

δ

В

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для покращання умов росту і розвитку рослин, формування їх симбіотичного апарату, наростання листкової поверхні посівів, і відповідного підвищення урожайності насіння найбільш доцільним та економічно виправданим є поєднання інокуляції насіння біопрепаратом на основі азотфіксуючих бактерій, внесення сидеральних добрив та проведення

п

о

з

а

к

о

р

е

н

е

в

о

г

о

п

і

д

ж

и

в

л

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Bagale S. Nutrient management for soybean. *Crops hindawi international journal of agronomy*. 2021. 3304634
2. Srivastava P., Singh R., Tripathi S., Raghubanshi A.S. An urgent need for sustainable thinking in agriculture – An Indian scenario. *Ecological Indicators* 2016. 67. 611–622.
3. Lokanath H.M., Parameshwarappa K.G. Effect of Organics on the productivity of Spanish bunch groundnut under rainfed farming situations. *Proceedings of 18th World Congress of Soil Science, Philadelphia, Pennsylvania, USA*. 2006. 62–63.
4. Akbarian M.M., Mojaradi T., Shirzadi F. Effects of *Hedysarum coronarium* L. (sulla) as a green manure along with nitrogen fertilizer on maize production. *agriTECH*. 2021. 41. 95–106. <https://doi.org/10.22146/agritech.58944>
5. Daryanto S., Fu B., Wang L., Jacinthe P.A., Zhao W. Quantitative synthesis on the ecosystem services of cover crops. *Earth-Sci. Rev.* 2018. 185. 357–373. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2018.06.013>
6. Sharratt B.S., McGuire A., Horneck D. Early-season wind erosion influenced by soil-incorporated green manure in the pacific northwest. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 2018. 82. 678–684. <https://doi.org/10.2136/sssaj2018.01.0018>
7. Irmak S., Sharma V., Mohammed A.T., Djaman K. Impacts of cover crops on soil physical properties: Field capacity, permanent wilting point, soil-water holding capacity, bulk density, hydraulic conductivity, and infiltration. *Am. Soc. Agric. Biol. Eng.* 2018. 61. 1307–1321.
8. Blanco-Canqui H., Mikha M.M., Presley D.R., Claassen M.M. Addition of cover crops enhances no-till potential for improving soil physical properties. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 2011. 75. 1471–1482. <https://doi.org/10.2136/sssaj2010.0430>

9. Zhong C.H., Le V.T., Bendahmane F., Marot D., Yin Z.Y. Investigation of Spatial Scale Effects on Suffusion Susceptibility. *J. Geotech. Geoenvironmental Eng.* 2018. 144. 04018067. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)GT.1943-5606.0001935](https://doi.org/10.1061/(ASCE)GT.1943-5606.0001935)
10. Pinheiro E.F.M., Pereira M.G., Anjos L.H.C. Aggregate distribution and soil organic matter under different tillage systems for vegetable crops in a Red Latosol from Brazil. *Soil Tillage Res.* 2004. 77. 79–84. <https://doi.org/10.1016/j.still.2003.11.005>
11. Zhang D.B., Yao Z.Y., Chen J., Yao P.W., Zhao N., He W.X., Li Y.Y. Zhang S.Q., Zhai B.N., Gao Y.J. Improving soil aggregation, aggregate-associated C and N, and enzyme activities by green manure crops in the Loess Plateau of China. *Eur. J. Soil Sci.* 2019. 70. 1267–1279. <https://doi.org/10.1111/ejss.12843>
12. Gao S.J., Gao J.S., Cao W.D., Zou C.Q., Huang J., Bai J.S., Dou F.G. Effects of long-term green manure application on the content and structure of dissolved organic matter in red paddy soil. *J. Integr. Agric.* 2018. 17. 1852–1860. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(17\)61901-4](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(17)61901-4)
13. He H.B., Li W.X., Zhang Y.W., Cheng J.K., Jia X.Y., Li S., Yang H.R. Chen B.M., Xin G.R. Effects of Italian ryegrass residues as green manure on soil properties and bacterial communities under an Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* L.)-rice (*Oryza sativa* L.) rotation. *Soil Tillage Res.* 2020. 196. 104487. <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104487>
14. Li T., Gao J., Bai L., Wang Y., Huang J., Kumar M., Zeng X. Influence of green manure and rice straw management on soil organic carbon, enzyme activities, and rice yield in red paddy soil. *Soil Tillage Res.* 2019. 195. 104428. <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104428>
15. Abdollahi L. Munkholm L.J. Tillage system and cover crop effects on soil health: I. Chemical, mechanical, and biological properties. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 2014. 78. 262–270. <https://doi.org/10.2136/sssaj2013.07.0301>

16. Allen B.L. Pikul J.L., Jr. Waddell J.T. Cochran V.L. Long-term lentil green manure replacement for fallow in the semiarid Northern Great Plains. *Agron. J.* 2011. 103. 1292–1298. <https://doi.org/10.2134/agronj2010.0410>
17. Goulding, K.W.T. Soil acidification and the importance of liming agricultural soils with particular reference to the United Kingdom. *Soil Use Manag.* 2016. 32. 390–399. <https://doi.org/10.1111/sum.12270>
18. Wang Y., Tang C., Wu J., Liu X., Xu J. Impact of organic matter addition on pH change of paddy soils. *J. Soils Sediments.* 2013. 13. 12–23. <https://doi.org/10.1007/s11368-012-0578-x>
19. Asagi N., Ueno H. Nitrogen dynamics in paddy soil applied with various ¹⁵N-labelled green manures. *Plant Soil.* 2009. 322. 251–262. <https://doi.org/10.1007/s11104-009-9913-4>
20. Islam M.M., Urmi T.A., Rana M.S., Alam M.S., Haque M.M. Green manuring effects on crop morpho-physiological characters, rice yield and soil properties. *Physiol. Mol. Biol. Plants.* 2019. 25. 303–312. <https://doi.org/10.1007/s12298-018-0624-2>
21. De Notaris C., Olesen J.E., Sørensen P., Rasmussen J. Input and mineralization of carbon and nitrogen in soil from legume-based cover crops. *Nutr. Cycl. Agroecosystems.* 2020. 116. 1–18. <https://doi.org/10.1007/s10705-019-10026-z>
22. Shahid M., Nayak A.K., Shukla A.K., Tripathi R., Kumar A., Mohanty S., Bhattacharyya P., Raja R., Panda B.B. Long-term effects of fertilizer and manure applications on soil quality and yields in a sub-humid tropical rice-rice system. *Soil Use Manag.* 2013. 29. 322–332. <https://doi.org/10.1111/sum.12050>
23. Meng X., Li Y., Yao H., Wang J., Dai F., Wu Y., Chapman S. Nitrification and urease inhibitors improve rice nitrogen uptake and prevent denitrification in alkaline paddy soil. *Appl. Soil Ecol.* 2020. 154. 103665. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2020.103665>

24. Gao S., Cao W., Zou C., Gao J., Huang J., Bai J., Zeng N., Shimizu K., Wright A., Dou F. Ammonia-oxidizing archaea are more sensitive than ammonia-oxidizing bacteria to long-term application of green manure in red paddy soil. *Appl. Soil Ecol.* 2018. 124. 185–193.
25. Norman J.S., Barrett J.E. Substrate availability drives spatial patterns in richness of ammonia-oxidizing bacteria and archaea in temperate forest soils. *Soil Biol. Biochem.* 2016. 94. 169–172. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2015.11.015>
26. Rudisill M.A., Turco R.F., Hoagland L.A. Fertility practices and rhizosphere effects alter ammonia oxidizer community structure and potential nitrification activity in pepper production soils. *Appl. Soil Ecol.* 2016. 99. 70–77. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2015.10.011>
27. Zhang Y., Chen X.P., Ma W.Q., Cui Z.L. Elucidating variations in nitrogen requirement according to yield, variety and cropping system for Chinese rice production. *Pedosphere.* 2017. 27. 358–363. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(17\)60323-0](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(17)60323-0)
28. Zhao X., Wang S., Xing,G. Maintaining rice yield and reducing N pollution by substituting winter legume for wheat in a heavily-fertilized rice-based cropping system of southeast China. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2015. 202. 79–89. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.01.002>
29. Mendes K.F., Maset B.A., Mielke K.C., Sousa R.N., Martins B.A.B., Tornisielo V.L. Phytoremediation of quinclorac and tebuthiuron-polluted soil by green manure plants. *Int. J. Phytoremediation.* 2021. 23. 474–481. <https://doi.org/10.1080/15226514.2020.1825329>
30. Monquero P.A., Correa M.C., Barbosa L.N., Gutierrez A., Orzari I., Hirata A.C.S. Selection of green manure species aiming at diclosulam phytoremediation. *Planta Daninha.* 2013. 31. 127–135.
31. Atafar Z., Mesdaghinia A., Nouri J., Homae M., Yunesian M., Ahmadimoghaddam M., Mahvi A.H. Effect of fertilizer application on soil

- heavy metal concentration. *Environ. Monit. Assess.* 2010. 160. 83–89. <https://doi.org/10.1007/s10661-008-0659-x>
32. Garbisu C., Alkorta I. Basic concepts on heavy metal soil bioremediation. *Eur. J. Miner. Processing Environ. Prot.* 2003. 3. 58–66.
33. Kim K.R., Owens G., Kwon S.I. Influence of Indian mustard (*Brassica juncea*) on rhizosphere soil solution chemistry in long-term contaminated soils: A rhizobox study. *J. Environ. Sci.* 2010. 22. 98–105. [https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(09\)60080-2](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(09)60080-2)
34. Blossfeld S., Perriguet J., Sterckeman T., Morel J.L., Lösche R. Rhizosphere pH dynamics in trace-metal-contaminated soils, monitored with planar pH optodes. *Plant Soil.* 2010. 330. 173–184. <https://doi.org/10.1007/s11104-009-0190-z>
35. Marques A.P.G.C., Rangel A.O.S.S., Castro P.M.L. Remediation of heavy metal contaminated soils: Phytoremediation as a potentially promising clean-up technology. *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.* 2009. 39. 622–654. <https://doi.org/10.1080/10643380701798272>
36. Fang H., Liu K.L., Li D.M., Peng X.H., Zhang W.J., Zhou, H. Long-term effects of inorganic fertilizers and organic manures on the structure of a paddy soil. *Soil Tillage Res.* 2021. 213. 105137. <https://doi.org/10.1016/j.still.2021.105137>
37. Udayana P., Singh M., Jaison A. Roy. Sulfur: A Boon in Agriculture, 2021.
38. El-Eyuoon A.Z. Amin, Improvement in phosphorus use efficiency of corn crop by amending the soil with sulfur and farmyard manure, *Soil Environ.* 2018. 37. 62–67.
39. Goyal D., Franzen D.W., Chatterjee A. Do crops' responses to sulfur vary with its forms? *Agrosystems, Geosciences & Environment.* 2021. 4 (3). e20201.
40. Maathuis F.J. Physiological functions of mineral macronutrients, *Curr. Opin. Plant Biol.* 2009. 12 (3). 250–258.

41. Fuentes-Lara L.O., Medrano-Macías J. From elemental sulfur to hydrogen sulfide in agricultural soils and plants, *Molecules*. 2019. 24. 2282.
42. Tandon H.L.S. Sulfur Research and Agriculture Production in India, Fertilizer Develop. and Consultation Organization, New Delhi, India, 1984. 13–23.
43. Droux M., Sulfur assimilation and the role of sulfur in plant metabolism: a survey, *Photosynth. Res.* 2004. 79 (3). 331–348.
44. Wainwright M. Sulfur oxidation in soils, *Adv. Agron.* 1984. 37. 349–396.
45. Sutradhar A.K., Kaiser D.E., Fernandez F.G. Does total nitrogen/sulfur ratio predict nitrogen or sulfur requirement for corn? *Soil Sci. Soc. Am. J.* 2017. 81. 564–577.
46. Scherer H.W. Sulfur in crop production. *Eur. J. Agron.* 2001. 14. 81–111.
47. Eriksen J., Thorup-Kristensen K., Askegaard M. Plant availability of catch crop sulfur following spring incorporation. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 2004. 167 (5). 609–615.
48. Kovar J.L., Cynthia A.G. Nutrient cycling in soils: sulfur soil management: building a stable base for agriculture. John Wiley & Sons. 2011. 103–115.
49. Mehmood I., Bari A., Irshad S., Khalid F. Carbon cycle in response to global warming, *Environment, climate, plant and vegetation growth*. 2020. 1–15. https://doi.org/10.1007/978-3-030-49732-3_1
50. RudolfsW. Sulfur oxidation in “black alkali” SOILS1 , *Soil Sci.* 1922. 13. 215.
51. Ei-Emshaty A.M. Improving Heavy Textured Soil Properties, M. Sc Thesis, Fac, Agric., Mans. Univ., Egypt, 2002.
52. Ei-Ghamry A.M., Elslrafy Z.M., Ei-Dissoky R.A. Response of potato grown on clay loam soil to sulfur and compost application, *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*. 2005. 30 (7). 4337–4353.

53. Zayed B.A., Naeem E.S., ElSharkawi H.M., Gewaily E.E. The efficiency of sulfur fertilizer on yield and soil properties of salt-stressed paddy fields. *Egypt, J. Agric. Res.* 2011. 88 (1). 1-10.
54. Jolivet P. Elemental sulfur in agriculture, in: *Sulfur Nutrition and Sulfur Assimilation in Higher Plants*, SPB Academic Publishing, The Hague, Netherlands, 1993. 193–206.
55. Jalili F. Effects of sulfur and manure on wheat yield and some physical-chemical properties of soil. *Water and Soil Science.* 2017. 27 (3). 199–209.
56. Tanaka M., Fujiwara T. (2008). Physiological roles and transport mechanisms of boron: Perspectives from plants. *European Journal of Physiology.* 2008. 456. 671–677.
57. Tariq M., Mott C.J.B. Effect of boron on the behaviour of nutrients in soil-plant systems-a review. *Asian Journal of Plant Sciences* 2008. 6(1). 195–202.
58. Ozturk M., Sakcali S., Gucel S., Tombuloğlu H. Boron and plants. In M. Ashraf et al. (Eds.), *Plant adaptation and phytoremediation*. Springer Science + Business Media B.V.. 2010. https://doi.org/10.1007/978-90-481-9370-7_13.
59. Wells M.L., Conner P.J., Funderburk J.F., Price, J. G. Effects of foliar-applied boron on fruit retention, fruit quality, and tissue boron concentration of pecan. *Hort Science.* 2008. 43. 696–699.
60. Trenkel M.E. *Slow-and controlled-release and stabilized fertilizers: An option for enhancing nutrient use efficiency in agriculture*. Paris: International Fertilizer Industry Association (IFA), 2010.
61. Hayot C.M., Forouzesh E., Goel A., Avramova Z., Turner, J. A. Viscoelastic properties of cell walls of single living plant cells determined by dynamic nanoindentation. *Journal of Experimental Botany.* 2012. 63. 2525–2540.
62. Loomis W. D., Durst R. W. Chemistry and biology of boron. *BioFactors.* 1992. 3. 229–239.
63. Bolaños L., Lukaszewski K., Bonilla I., Blevins D. Why boron? *Plant Physiology and Biochemistry.* 2004. 42. 907–912.

64. Shen Z. G., Liang Y. C., Shen K. Effect of boron on the nitrate reductase-activity in oilseed rape plants. *Journal of Plant Nutrition*. 1993. 16. 1229–1239.
65. Loomis W. D., Durst R. W. Chemistry and biology of boron. *BioFactors*. 1992. 3. 229–239.
66. Dell B., Huang L. Physiological response of plants to low boron. *Plant and Soil*. 1997. 193. 103–120.
67. Brown P.H., Bellaloui N., Wimmer M.A., Bassil E.S., Ruiz J., Hu H., Pfeffer H., Dannel F., Römheld V. Boron in plant biology. *Plant Biology*. 2002. 4. 205–223.
68. Yang X., Ni K., Shi Y., Yi X., Zhang Q., Fang L. Effects of longterm nitrogen application on soil acidification and solution chemistry of a tea plantation in China. *Agric. Ecosyst. Environ*. 2018. 252. 74–82.
69. Drijber R., Doran J., Parkhurst A., Lyon D. Changes in soil microbial community structure with tillage under long-term wheat-fallow management. *Soil. Boil. Biochem*. 32. 2000. 1419–1430.
70. Xiao Q., Huang Y., Wu L., Tian Y., Wang Q., Wang B. Long-term manuring increases microbial carbon use efficiency and mitigates priming effect via alleviated soil acidification and resource limitation. *Biol. Fertil. Soils*. 2021. 57. 925–934.
71. Zhang, G., Song, K., Miao, X., Huang, Q., Ma, J., Gong, H., et al. (2021). Nitrous oxide emissions, ammonia volatilization, and grain-heavy metal levels during the wheat season: effect of partial organic substitution for chemical fertilizer. *Agric. Ecosyst. Environ*. 311:107340. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107340>
72. Zhou N., Mu M., Yang M., Zhou Y., Ma M. (2021). The effect of microbial fertilizer on the growth, rhizospheric environment and medicinal quality of fritillaria taipaiensis. *Horticulturae*. 2021. 7. 500. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7110500>

73. Ma D., Yin L., Ju W., Li X., Liu X., Deng X. Meta-analysis of green manure effects on soil properties and crop yield in northern China. *Field Crop Res.* 2021. 266. 108146. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2021.108146>
74. Koskey G., Mburu S., Njeru E., Kimiti J., Ombori O., Maingi J. Potential of native rhizobia in enhancing nitrogen fixation and yields of climbing beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in contrasting environments of eastern Kenya. *Front. Plant Sci.* 2017. 8. 443. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00443>
75. Schütz L., Gattinger A., Meier M., Müller A., Boller T., Mäder P. (2018). Improving crop yield and nutrient use efficiency via biofertilization – a global metaanalysis. *Front. Plant Sci.* 2018. 8. 2204. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.02204>
76. Soumare A., Diedhiou A., Thuita M., Hafidi M., Ouhdouch Y. Gopalakrishnan S. Exploiting biological nitrogen fixation: a route towards a sustainable agriculture. *Plan. Theory.* 2020. 9. 1011. <https://doi.org/10.3390/plants9081011>
77. Han Q., Ma Q., Chen Y., Tian B., Xu L., Bai Y. Variation in rhizosphere microbial communities and its association with the symbiotic efficiency of rhizobia in soybean. *ISME J.* 2020. 14. 1915–1928. <https://doi.org/10.1038/s41396-020-0648-9>
78. Ahemad M., Kibret M. (2014). Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria: current perspective. *J. King. Saud. Univ. Sci.* 2014. 26. 1–20. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2013.05.001>
79. Nett R., Bender K., Peters R. Production of the plant hormone gibberellin by rhizobia increases host legume nodule size. *ISME J.* 2022. 16. 1809–1817. <https://doi.org/10.1038/s41396-022-01236-5>
80. Ronner E., Franke A., Vanlauwe B., Dianda M., Edeh E., Ukem B. Understanding variability in soybean yield and response to P-fertilizer and rhizobium inoculants on farmers' fields in northern Nigeria. *Field Crop Res.* 2016. 186. 133–145. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.10.023>

81. Moretti L., Crusciol C., Bossolani J., Calonego J., Moreira A., Garcia A. Beneficial microbial species and metabolites alleviate soybean oxidative damage and increase grain yield during short dry spells. *Eur. J. Agron.* 2021. 127. 126293. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2021.126293>
82. Kumawat K., Singh I., Nagpal S., Sharma P., Gupta R., Sirari A. (2022). Coinoculation of indigenous *Pseudomonas oryzae* and *Bradyrhizobium* sp. modulates the growth, symbiotic efficacy, nutrient acquisition, and grain yield of soybean. *Pedosphere.* 2022. 32. 438–451. [https://doi.org/10.1016/s1002-0160\(21\)60085-1](https://doi.org/10.1016/s1002-0160(21)60085-1)
83. Wang Q., Jiang X., Guan D., Wei D., Zhao B., Ma M. Long-term fertilization changes bacterial diversity and bacterial communities in the maize rhizosphere of Chinese Mollisols. *Appl. Soil Ecol.* 2018. 125. 88–96. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.12.007>
84. Полтавська область: природа, населення, господарство. Географічний та історико-економічний нарис / За ред. К.О. Маца. Полтава: Полтавський літератор, 1998. 336 с.
85. Swastika D.K.S. Beberapa Teknik Analisis Dalam Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian. *J. Pengkaj. Dan Pengemb. Teknol. Pertan.* 2004. 7. 90–103.
86. Santosa P., Suryadi A., Subagyo H., Latulung B.V. Dampak teknologi sistem usaha pertanian padi terhadap peningkatan produksi dan pendapatan usahatani di Jawa Timur. *J. Pengkaj. Dan Pengemb. Teknol. Pertan.* 2005. 8. 15–28.
87. Saragih B. Peranan teknologi tepat guna dalam pembangunan sistem agribisnis kerakyatan dan berkelanjutan; Seminar II Teknologi Tepat Guna: Bandung, Indonesia, 2000.
88. Rogers E.M. *Diffusion of Innovation*, 5th ed.; The Free Press: A Division Of Simon & Schuster, Inc.1230: New York, NY, USA, 2003.
89. Ayoub A.T. Fertilizers and the environment. *Nutrient Cycling in Agroecosystems.* 1999. 55. 117–121.

90. Keeney D. What goes around comes around- the nitrogen issues cycle. In Third Int. Dahlia, 1990.
91. Keeney D.R., Follett R.F. Managing nitrogen for ground water quality and farm profitability: Overview and introduction. In Managing Nitrogen for Ground Water Quality and Farm Profitability, 1991.
92. Hijbeek R., Ten Berge H., Whitmore A., Barkusky D., Schroder J.J. Nitrogen Fertilizer replacement values for organic amendments appear to increase with N application rates. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 2018. 110(1). 105–115.
93. Sonmez Kaplan M., Sonmez S. An investigation of seasonal changes in nitrate contents of soils and irrigation waters in greenhouses located in Antalya-Demre region. *Asian J Chemist*. 2007. 19(7). 5639–5646.
94. Savci Serpil. An agricultural pollutant: chemical fertilizer. *Int J Environ Sci Develop*. 2012. 3(1). 73.
95. Cooper J., Eleanor R., Stefan H., Thomas L., Anne-Kristin L. Phosphorus availability on many organically managed farms in Europe. *Nutrient Cycling in Agro-ecosystems*. 2017. 110. 227–239.
96. Rivers C.N., Barrett M.H., Hiscock K.M., Dennis P.P., Feast N.A. (1996) Use of Nitrogen Isotopes to Identify Nitrogen Contamination of The Sherwood Sandstone Aquifer Beneath the City of Nottingham, UK. *Hydrogeology*. 1996. J 4. 90–102.
97. Shoji S., Delgado J., Mosier A., Miura Y. Use of controlled release fertilizers and nitrification inhibitors to increase nitrogen use efficiency and to conserve air and water quality. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 2001. 32(7-8). 1051–1070.
98. Trenkel Martin E. Controlled release and stabilized fertilizers in agriculture. Paris: International Fertilizer, 1997.
99. Feigin A., Halevy J. Irrigation-fertilization cropping management for maximum economic return and minimum pollution of ground water. *Research*



report, Inst. Soil Water, ARO, The Volcani Center, Bet Dagan. Industry Association, 1989.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

**University of Opole
(Poland) International Slavic
University (Macedonia) Cooperative
Trade University of Moldova**

**Institute of Soil Science and Plant Cultivation State Research
Institute Department of Forage Crop
Production**

Кафедра рослинництва

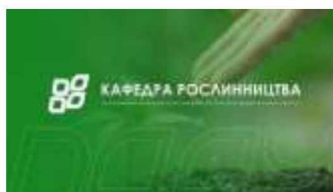
**МАТЕРІАЛИ ІІІ МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-
ПРАКТИЧНОЇ ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ**

**Актуальні напрями та проблематика у технологіях вирощування продукції
рослинництва**

28 листопада 2024 року

Полтава 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
University of Opole (Poland)
International Slavis University (Macedonia)
Cooperative Trade University of Moldova
Institute of Soil Science and Plant Cultivation State Research Institute
Department of Forage Crop Production



Актуальні напрями та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва

Матеріали III Міжнародної науково-практичної
інтернет-конференції
28 листопада 2024 року

УДК 631.5:631.8:633

Актуальні напрями та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва: матеріали III Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (28 листопада 2024 року, м. Полтава). / Редкол.: В.В. Гангур (відп. ред.) та ін. Полтава: ПДАУ, 2024. 140 с.

У збірнику тез висвітлено результати досліджень, які присвячені сучасним аспектам із розв'язання проблемних питань в аграрній науці, зокрема біологізації рослинництва, інноваційним заходам у технологіях вирощування сільськогосподарських культур. Видання адресоване науковим та науково-педагогічним працівникам, аспірантам, здобувачам вищої освіти, фахівцям агрономічної служби агроформувань різного виробничого напрямку.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Микола МАРЕНИЧ – директор навчально-наукового інституту агротехнологій, селекції та екології, доктор сільськогосподарських наук, професор;

Володимир ГАНГУР – завідувач кафедри рослинництва, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник;

Любов МАРІНІЧ - доцент кафедри рослинництва, кандидат сільськогосподарських наук;

Ольга БАРАБОЛЯ – доцент кафедри рослинництва, кандидат сільськогосподарських наук, доцент;

Олександр КУЦЕНКО професор кафедри рослинництва, кандидат сільськогосподарських наук, професор;

Микола ШЕВНІКОВ – професор кафедри рослинництва, доктор сільськогосподарських наук, професор;

Віктор ЛЯШЕНКО – доцент кафедри рослинництва, кандидат сільськогосподарських наук, доцент;

Олександр АНТОНЕЦЬ – доцент кафедри рослинництва, кандидат сільськогосподарських наук, доцент;

Сергій ФІЛОНЕНКО - доцент кафедри рослинництва, кандидат сільськогосподарських наук, доцент;

Людмила ЄРЕМКО – доцент кафедри рослинництва, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник;

Світлана ШАКАЛІЙ – доцент кафедри рослинництва, кандидат сільськогосподарських наук, доцент;

Ольга МІЛЕНКО – доцент кафедри рослинництва, кандидат сільськогосподарських наук, доцент;

Марина АНТОНЕЦЬ – доцент кафедри рослинництва, кандидат психологічних наук, доцент;

Олександр ЛЕНЬ – старший викладач кафедри рослинництва, кандидат сільськогосподарських наук.

Відповідальність за зміст поданих матеріалів, точність наведених даних і відповідність принципам академічної доброчесності несуть автори. Матеріали видані в авторській редакції.

Рекомендовано до друку вченою радою навчально-наукового інституту агротехнологій, селекції та екології ПДАУ

© Автори тез, включені до збірника, 2024
© Полтавський державний аграрний університет, 2024

Цінність ягід малини та сучасні способи її переробки Опара Н.М.	94
Охорона праці та техніка безпеки при захисті рослин Єремко Л.С., Жолонко О.В., Жадан М.Ю., Жук В.І.	98
Урожайність нуту залежно від системи удобрення Єремко Л.С., Довгаль Ю.В., Шабельник С.І., Бахтіна Т.О., Огуй М. Ю.	100
Вплив поживного режиму рослин на формування продуктивності гороху Єремко Л.С., Скочко В.В., Бостанджи М., Селіванов С.В., Окара Д.О.	103
Особливості формування продуктивності сої залежно від поживного режиму рослин Гангур В.В., Маслівець О. В.	105
Вплив мікродобрих на елементи структури та врожайність сої Гангур В.В., Петраш В.О.	108
Вплив протруювання насіння на біометричні параметри рослин пшениці озимої Гак Є. О.	111
Продуктивність кукурудзи залежно від добрив Пінько Д.В., Дудник Д.В.	113
Залежність урожайності від показників передпосівної обробки ґрунту лаповими робочими органами Супруненко І. К.	115
Урожайність та якість зерна пшениці озимої залежно від строків сівби Шершило О.О.	117
Шкідники – загроза для рослин сої Гангур В.В., Киричок О.О., Довга М.В.	118
Урожайність посівів ячменю ярого залежно від рівня мінерального живлення Олепів Р. В., Сокол А. Я.	120
Вплив побічної продукції на урожайність і якість зерна кукурудзи Олепів Р. В., Дудла О.М.	122
Ефективність різних способів обробітку ґрунту в технології вирощування сої Шакалій С.М., Кулик Є. І.	124
Основні аспекти щодо вирощування соняшника Шакалій С.М., Попов С. С.	126
Вплив системи удобрення на врожайність льону Шершило Б.О.	129
Практика господарювання за вирощування соняшника Олепів Р. В., Сюда Т. О.	131
Вплив позакореневого підживлення на продуктивність кукурудзи на зерно Лень О.І., Костогриз М.П.	133
Урожайність пшениці озимої залежно від систем удобрення Лень О.І., Рудой В.С.	135
Урожайність ячменю ярого залежно від систем удобрення	

УДК 631.5:633.358

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОЖИВНОГО РЕЖИМУ РОСЛИН

Єремко Л.С., кандидат с.-г. наук, ст. н. с., доцент кафедри
рослинництва

e-mail: liudmyla.yeremko@pdau.edu.ua

Скочко В.В., Бостанджи М., Селіванов С.В., Окара Д.О. СВО
Магістр за спеціальністю 201 – Агрономія

Полтавський державний аграрний університет

Актуальність теми. Соя (*Glycine max* L. (Merr.)) є однією з найважливіших зернобобових культур, що належить до родини бобових. Це одна з найдавніших культур, яку вирощують з 1700 року до нашої ери. Світові посівні площі сої становлять 127,60 млн. га, а щорічні валові збори сягають 364,07 млн. тонн. Харчова цінність насіння сої вважається найвищою, за рахунок вмісту білку (37%-48%) та олії (16%-21%) [1]. Крім того, його складовими частинами також є вітаміни, зольні елементи та корисні сполуки, такі як ізофлавоїни, споживання яких надає численні переваги для здоров'я, включаючи захист від вікових, серцево-судинних захворювань, остеопорозу та раку. Соя також використовується у виробництві рослинної олії і комбікорму, для приготування продуктів і напоїв [2].

До факторів, що визначають умови формування продуктивності сої належать розумний вибір сорту, належна агрономічна практика та стратегічне вирішення проблем, пов'язаних з обмеженнями врожайності, серед яких забезпеченість рослин елементами мінерального живлення відіграє вирішальну роль [3, 4].

Мета роботи - визначення впливу біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій *Bradyrhizobium japonicum* та його поєднання із застосуванням сидеральних добрив і мікроелементів на процеси росту і розвитку рослин, їх нодуляційну здатність та величину урожайності насіння сої.

Матеріали та методи досліджень. Польові дослідження проводили в умовах дослідного поля ДП «ДГ «Степне» Інституту свинарства і АПВ НААН» Полтавського району Полтавської області впродовж 2023–2024 рр.

У ролі основних факторів досліду виступали: поживний режим (вика, як сидеральне добриво, вика+S вика+B, вика+S+B) (Фактор А), інокуляції насіння мікробіологічним препаратом на основі азотфіксуючих бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum* (ХіСтікСоя) (Фактор В).

Результати досліджень показали позитивний вплив факторів дослідження на ріст, розвиток рослин сої, формування листкової поверхні посівів та тривалості і продуктивності її функціонування і накопичення органічної біомаси рослинами, що у комплексі мало істотний вплив на величину елементів структури врожаю.

Так внесення сидеральних добрив сприяло збільшенню кількості бобів, сформованих на рослинах, насінин у них, маси 1000 насінин порівняно з контрольним варіантом на 0,8 шт., 0,2 шт., і 14,6 г відповідно. У варіанті поєднання внесення сидерального добрива і позакореневого підживлення рослин сіркою кількість бобів, сформованих на рослинах, насінин у них, маси 1000 насінин збільшувалася порівняно з контрольним варіантом на 1,4 шт., 0,2 шт., і 16,4 г відповідно. Комплексне застосування S+V на фоні внесення сидерального добрива забезпечило збільшення значень даних показників на 31,5 %, 15,0 %, і 16,8 %, відповідно, щодо контролю.

У варіанті із проведенням інокуляції насіння величини кількості бобів, сформованих на рослинах, насінин у них, маси 1000 насінин перевищували контрольний варіант на 6,74 %, 10,0 % і 4,02 % відповідно. Разом з тим, результати досліджень показали, що найбільш сприятливі умови для формування структурних елементів врожаю були у варіантах комплексного поєднання біопрепарату, сидеральних добрив і мікроелементів, причому поєднання (S+V) виявилось більш ефективним. У цьому варіанті величини кількості бобів, сформованих на рослинах, насінин у них, маси 1000 насінин були найбільшими.

Величини елементів індивідуальної продуктивності рослин обумовили зростання показника урожайності насіння. Найбільший стимулюючий вплив на даний процес був зафіксований у варіантах комплексного поєднання біопрепарату, сидерального добрива і мікроелементів (S+V). Величина урожайності насіння у середньому за роки проведення дослідження у даному варіанті була найвищою по досліді (2,83 т/га). Прибавка урожайності насіння сої щодо контролю від внесення сидерального добрива була на рівні 1,78 %, а його поєднання із застосуванням мікроелементів S і S+V забезпечило підвищення урожайності до 2,35 т/га і 2,45 т/га відповідно. У варіанті із проведенням інокуляції насіння величина урожайності насіння перевищувала контрольний варіант на 3,57 %. У варіанті поєднання інокуляції насіння і внесення сидеральних добрив значення даного показника збільшувалися до 2,39 т/га.

Бібліографічний список

1. Hanhur, V., Marenych, M., Yeremko, L., Yurchenko, S., Hordieieva, O. & Korotkova, I. The effect of soil tillage on symbiotic activity of soybean crops. Bulg. J. Agric. Sci. 2020. 26 (2). 365–374. DOI: www.agrojournal.org/26/02-13
2. Єремко Л.С., Гангур В.В., Особливості формування індивідуальної продуктивності рослин сої (*Glycine hispida* Moench.) за різної забезпеченості елементами мінерального живлення. Вісник ПДАУ. 2022. 40-46. DOI: [10.31210/visnyk2022.03.05](https://doi.org/10.31210/visnyk2022.03.05)
3. Yeremko L., Hanhur V. The effect of mineral fertilization and seed inoculation on seed yield of soybean. *Хімія, біотехнологія, екологія та освіта:*

Збірник матеріалів VIII Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Полтава, 17-18 травня 2024 року). Полтава, 2024. 181.

4. Єремко Л.С., Колісник Ю.В., Василюк Я.В. Вплив системи удобрення на формування продуктивності сої. *Актуальні напрямки та проблеми у технологіях вирощування продукції рослинництва*: матеріали XI науково-практичної інтернет-конференції (25 листопада 2021 року, м. Полтава). ПДАУ, 2021. С. 127-130.

АНОТАЦІЯ

Скочко В. Вивчення впливу сидератів, біопрепарату і мікроелементів на урожайність насіння сої.

Дипломна робота на здобуття СВО Магістр.

Кваліфікація: магістр з агрономії за освітньо-професійною програмою Насінництво і насіннєзнавство

Обсяг кваліфікаційної роботи: 67 с., 8 табл., 3 рис., 2 додатки, 99 літературних джерел.

Об'єкт досліджень: ріст і розвиток рослин, динаміка формування листкової поверхні, наростання свіжої і сухої маси рослин, формування симбіотичного апарату, величина елементів продуктивності рослин та урожайність насіння сої залежно від застосування біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій *Bradyrhizobium japonicum* та його комбінації із внесенням сидеральних добрив і позакореневим підживленням мікроелементами.

Мета роботи: - визначення впливу біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій *Bradyrhizobium japonicum* та його поєднання із застосуванням сидеральних добрив і мікроелементів на процеси росту і розвитку рослин, їх нодуляційну здатність та величину урожайності насіння сої.

Результати та їх новизна: Наукове обґрунтування комплексного застосування біологічного препарату на основі азотфіксуючих бактерій *Bradyrhizobium japonicum*, сидеральних добрив та мікроелементів, як більш екологічно доцільного агроприйому.

Основні наукові та практичні результати: Вивчено вплив азотфіксуючих бактерій *Bradyrhizobium japonicum*, зеленої маси вики, як зеленого добрива та мікроелементів S і B на процеси розвитку рослин, формування листкової поверхні та симбіотичного апарату, інтенсивність накопичення надземної органічної біомаси, індивідуальну продуктивність рослин, урожайність насіння сої. Удосконалено поживний режим рослин сої за рахунок поєднання біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій *Bradyrhizobium japonicum*, сидерального добрива і мікроелементів.

Галузь застосування: 20 Аграрні науки та продовольство.

Значення роботи та висновки: Для покращання умов росту і розвитку рослин, формування їх симбіотичного апарату, наростання листкової поверхні

посівів, і відповідного підвищення урожайності насіння найбільш доцільно та економічно виправдано є поєднання інокуляції насіння біопрепаратом на основі азотфіксуючих бактерій, внесення сидеральних добрив та проведення

п

о

Перелік ключових слів: соя, урожайність насіння, біопрепарат на основі азотфіксуючих бактерій, мікродобриво, сидеральні добрива.

к

о

р

е

н

е

в

о

г

о

п

і

д

ж

и

в

л

е

н

н

я

р

о

с

л

и

н

м

і

к

р

о

е

л

е