

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

Кафедра землеробства і агрохімії ім. В.І. Сазанова

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

**«ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ БІОПРЕПАРАТІВ І
БІОСТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН НА
УРОЖАЙНІСТЬ СОЇ (*Glycine max* Moench)»**

Виконав: здобувач вищої освіти
за ОПП Еколого-економічне рослинництво
спеціальності 201 Агрономія
Ступеня вищої освіти магістр
Денної форми навчання
Селіванов Сергій Вікторович

Керівник: Оксана Біленко канд. с.-г. наук

Рецензент: Людмила Єремко, канд. с.-г. наук, ст.н.с.

Полтава – 2024 року

ЗМІСТ

ст.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ.....	5
РОЗДІЛ 1. ЗНАЧЕННЯ БІОПРЕПАРАТІВ І РІСТСТИМУЛЮЮЧИХ РЕЧОВИН У ФОРМУВАННІ УРОЖАЙНОСТІ СОЇ.....	
1.1. Властивості сої, значення і використання її продукції.....	9
1.2. Значення рістстимулюючих речовин у процесі формування урожайності сої.....	13
1.3. Значення біопрепаратів у процесі формування урожайності сої.....	19
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	
2.1. Характеристика умов місця проведення досліджень.....	21
2.2. Погодні умови місця проведення досліджень	22
2.3. Методика проведення досліджень	24
РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ БІОПРЕПАРАТІВ І РІСТСТИМУЛЮЮЧИХ РЕЧОВИН НА ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ СОЇ.....	
3.1. Вплив біопрепаратів і біостимуляторів росту рослин на висоту рослин сої.....	25
3.2. Вплив біопрепаратів і біостимуляторів росту рослин на динаміку розвитку листкової поверхні посівів сої.....	29
3.3. Вплив біопрепаратів і біостимуляторів росту рослин на тривалість і продуктивність фотосинтетичної діяльності листкової поверхні посівів сої.....	32
3.4. Вплив біопрепаратів і біостимуляторів росту рослин на індивідуальну продуктивність рослин і урожайність посівів сої.....	39
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ І БІОСТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ	43
РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА.....	46
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ	50
ВИСНОВКИ	52
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	53
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	54
ДОДАТКИ.....	64

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Соя вважається найціннішою зернобобовою культурою як з точки зору харчування людини, так і з точки зору годівлі тварин. Її вирощують для отримання зеленої маси її насіння. У першому випадку вона вирощується в районах з теплим кліматом, де використовується як безцінне джерело високопротеїнового зеленого або сухого корму, в той час як у другому випадку виробництво її насіння є основою глобальної економіки.

У насінні сої міститься близько 20 % жиру, багатого на ненасичені жирні кислоти, що робить цю культуру другим найбільшим виробником рослинної олії у світі. Крім того, високий вміст білка (близько 40 % від насіння), який є джерелом усіх незамінних екзогенних амінокислот, робить сою ключовою білковою культурою. Соя також має позитивний вплив на родючість ґрунту, оскільки після її вирощування у ґрунті залишається багато поживних решток, багатих на азот, і, отже, створюються чудові умови для росту послідуєчих культур сівозміни. Це також пов'язано зі співіснуванням рослин сої з ризобіями, та добре розвиненою кореневою системою, здатною витягувати поживні речовини з глибоких шарів ґрунту.

Актуальність теми. Одним із вирішальних факторів забезпечення формування продуктивності сої є поживний режим ґрунту. Вчені зазначають, що перспективним заходом поліпшення родючості ґрунтів і росту рослин може бути використання біодобрив на основі мікроорганізмів. Такі біодобрива відіграють важливу роль у підвищенні врожайності завдяки природним процесам фіксації азоту, розчинення фосфору і калію та стимулювання росту рослин за рахунок синтезу речовин, що сприяють проходженню ростових процесів, покращуючи структуру ґрунту, рН та інші властивості ґрунту.

Іншим фактором підвищення рівня урожайності культур в умовах впливу численних біотичних та абіотичних стресів може бути застосування біостимуляторів, які визначаються як препарати, що підтримують фізіологічні процеси рослин, сприяючи їхньому росту та розвитку рослин в оптимальних або субоптимальних умовах. Їх застосування може впливати на метаболізм

рослин, посилювати біохімічні, морфологічні та фізіологічні процеси, що відбуваються у них.

Відомий їх позитивний вплив на ріст і розвиток рослин, поглинання і засвоєння поживних речовин, підвищення толерантності до умов навколишнього середовища (наприклад, до посухи, низької або високої температури, засолення) та зменшення токсичного впливу важких металів. Крім того, біостимулятори росту індукують природні механізми імунітету в рослині і, таким чином, безпосередньо обмежують розвиток шкідників, наприклад, вони зміцнюють клітинну стінку рослин, створюючи природний бар'єр проти шкідників і патогенів.

Мета і задачі досліджень. Мета досліджень - визначення впливу біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуєчих мікроорганізмів поєднання із застосуванням рістрегулюєчих препаратів на процеси росту і розвитку рослин, формування їх елементів продуктивності і 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 біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуєчих мікроорганізмів та поєднання їх із застосуванням рістрегулюєчих препаратів;
2. визначити інтенсивність наростання надземної маси та листової поверхні рослин сої залежно від застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуєчих мікроорганізмів та поєднання їх із застосуванням рістрегулюєчих препаратів;
3. визначити вплив біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуєчих мікроорганізмів та поєднання їх із застосуванням рістрегулюєчих препаратів на продуктивність фотосинтетичної роботи посівів сої;

4. визначити вплив біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів та поєднання їх із застосуванням рістрегулюючих препаратів на величину індивідуальної продуктивності та урожайність насіння сої.

5. визначити рівень економічної доцільності впровадження досліджуваних агроприйомів у процесі виробництва насіння сої.

Об'єкт досліджень – ріст і розвиток рослин, динаміка формування листкової поверхні, наростання сухої маси рослин, величина елементів продуктивності рослин та урожайність насіння сої залежно від застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів та поєднання їх із застосуванням рістрегулюючих препаратів.

Предмет досліджень – сорт сої Галлек, урожай насіння, біологічні препарати на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів, рістрегулюючі препарати.

Методи досліджень: польовий – для спостереження за протіканням процесів розвитку рослин, 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 насіння сої; 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 біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів та їх поєднання із застосуванням рістрегулюючих препаратів як способу покращання поживного режиму рослин та підвищення їх стійкості до впливу несприятливих чинників навколишнього середовища.

Вивчено вплив застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів та їх поєднання із застосуванням

рістрегулюючих препаратів на ріст і розвиток рослин, формування листкової поверхні, інтенсивність накопичення надземної органічної біомаси, величину елементів продуктивності рослин, урожайність насіння сої.

Практичне значення одержаних результатів. 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 комплексне застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуєчих мікроорганізмів під час інокуляції насіння та рістрегулюючих препаратів на основі гумінових і амінокислот у період вегетації.

Особистий внесок здобувача. Кваліфікаційна 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 кваліфікаційної 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:

1. 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.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Загальний обсяг дипломної роботи становить 72 сторінки загального друкованого тексту, містить 6 таблиць, 5 рисунків. Кваліфікаційна робота складається із вступу, 6 розділів, висновків, рекомендацій виробництву та додатків. Список використаної літератури налічує 98 найменувань.

РОЗДІЛ 1

ЗНАЧЕННЯ БІОПРЕПАРАТІВ І РІСТСТИМУЛЮЮЧИХ РЕЧОВИН У ФОРМУВАННІ УРОЖАЙНОСТІ СОЇ

1.1. Властивості сої, значення і використання її продукції.

Соя є важливим компонентом раціону харчування людей та найбільшим джерелом рослинного білка для тварин у всьому світі. ЄС-27 та Великобританія імпортують 33 млн. тонн соєвих продуктів щорічно на суму 14 млрд. євро [1]. У її насінні міститься більше білка, полі- та мононенасичених жирів і менше вуглеводів, ніж у насінні інших бобових культур [2]. Клінічні дослідження показують, що споживання сої приносить користь здоров'ю людини, знижуючи концентрацію холестерину, ліпопротеїнів низької щільності [3] та артеріальний тиск порівняно з іншими зернобобовими культурами [4]. Дієти з високим вмістом сої асоціюються зі зниженням частоти серцевих нападів та інсультів, причому в різних досліджуваних групах населення [5], хоча заміна білків, що призводить до зниження споживання м'яса, також може відігравати певну роль.

Середня світова врожайність сої за період 1980-2020 рр. зросла з 1,6 до 2,8 т/га [7]. Історично зростання врожайності сої з роками було пов'язане як з генетичним прогресом, так і з покращенням технології вирощування [8].

Хоча соя має вищу врожайність і швидші темпи покращення врожайності, ніж інші зернобобові культури, її вирощування пов'язане зі значним вуглецевим слідом через вирубку лісів та негативний вплив на біорізноманіття. Нинішня конфігурація ланцюжка створення вартості сої в

європейській продовольчій системі та аграрна політика перешкоджають використанню переваг від збільшення споживання сої людиною. Врожайність сої в Європі є низькою порівняно з потенціалом цієї культури [8].

Субоптимальні температури повітря під час росту і розвитку рослин, ймовірно, обмежують виробництво сої в Північній Європі, за рахунок затримки раннього вегетативного росту, поганого досягання зерна та осипання бобів за рахунок високої вологості під час збирання врожаю [9]. Низькі температури ґрунту обмежують гідравлічну провідність коренів, зменшують тургор і розростання листків, тоді як висока освітленість може спричинити фотоінгібування [10]. Дефіцит ґрунтової води обмежує врожайність сої в Центральній та Південній Європі [11]. Генотипи сої різняться за ростом листкових пластинок і їх фотосинтетичною діяльністю, що дозволяє припустити можливість відбору генотипів, які краще пристосовані до різноманітності європейських умов [12].

Багато територій добре підходять для вирощування сої, що створює потенціал для розширення ареалу її вирощування. Фермери Європи віддають перевагу виробництву зернових над бобовими частково через їхню вищу врожайність, прибутковість, стабільність врожаю добре розвинені ринки та неефективні стимули для виробництва бобових [13]. Фіксування азоту (N) при вирощуванні сої в Європі зменшило б використання добрив, оскільки соя зазвичай вирощується без внесення азотних добрив, що дає перевагу фермерам у регіонах, які обмежують використання азоту для зменшення забруднення води та уникнення впливу високих витрат на добрива [14].

Порівняння поточної врожайності з потенціалом врожайності для 12 країн (з площею вирощування сої понад 20 000 га) показує невикористані можливості для підвищення врожайності за рахунок удосконалення технології вирощування та покращання сортименту [15].

У перерахунку на білок соя може замінити 30-58% споживання курятини та 8-16% споживання свинини, а також 8-16% споживання молока в натуральному вираженні [16].

Дослідження показують, що продукти на основі сої забезпечують одночасно білок, незамінні жирні кислоти, вуглеводи, дієтичні жири, мінерали, вітаміни та корисні фітохімічні речовини, такі як ізофавони та фітостероли. Більшість імпортованої в Європу сої наразі використовується як корм для худоби, а селекція сої спрямована на збільшення врожайності, а не на покращення її функціональних властивостей [17].

Завдяки переробній промисловості покращуються якісні показники кормової та харчової сої за рахунок зменшення концентрації антипоживних сполук, таких як інгібітори трипсину, алергени, сапоніни, лектини, фітати та олігосахариди родини рафіноз [18].

Соя багата на незамінні амінокислоти, особливо на лізин. За якістю білка соя майже не поступається молочному білку і значно перевершує білки з інших бобових та зернових [19]. Лімітуючими амінокислотами для повного задоволення потреб людини є сірковмісні амінокислоти: метіонін та цистеїн.

Генотип і регіон вирощування впливають на концентрацію білка в насінні, а висока концентрація білка зазвичай асоціюється з нижчою врожайністю [20], що вимагає одночасного скринінгу ознак. Порівняно з іншими бобовими та зерновими культурами, соя має більш різноманітні поживні властивості та вищу концентрацію мінеральних елементів (калію, кальцію, магнію, заліза та цинку) і вітамінів групи В [21].

Рибофавін, вітамін А і вітамін Е, хоча і не у високих концентраціях, але покращують поживні властивості соєвих продуктів. Певні генотипи та умови вирощування можуть збагачувати насіння сої ключовими мінералами, необхідними для харчування людини, такими як селен, мідь, залізо, марганець і цинк [22, 23]. Висока концентрація заліза в сої може допомогти підвищити рівень заліза у людей, що відчувають його дефіцит, оскільки феритинова форма заліза, що міститься в сої, має більшу біодоступність, ніж фітатно-комплексна форма, що міститься в зернах злакових [24]. Підвищена концентрація заліза в соєвих бобах може сприяти поліпшенню статусу заліза в організмі людини [25].

Антипоживні сполуки, пов'язані з соєвими білками, такі як інгібітори трипсину, знижують засвоюваність білків у кишківнику людини та худоби, або пригнічують засвоєння поживних речовин і вітамінів, що призводить до їх дефіциту [26, 27].

Ферментація насіння сої для м'яса і темпе, замочування у процесі приготування тофу можуть зменшити вміст антипоживних речовин у насінні, а його термічна обробка знижує активність інгібіторів трипсину в кормах для худоби, хоча денатурація білка знижує його засвоюваність [28]. Термічна обробка інактивує білки, що зв'язують вуглеводи, такі як лектини [29, 30].

Соя класифікується як алергенний продукт, проте поширеність цієї алергенності серед населення з харчовою алергією становить ~3 %, тоді як на молоко, арахіс, горіхи, яйця припадає ~75 %. Щонайменше 16 білкових фракцій сої вважаються алергенами [31]. Це ускладнює вирішення цієї проблеми виключно за допомогою селекції рослин, тому досліджуються додаткові стратегії переробки для зменшення алергенності сої за допомогою термічної, ультразвукової та холодної плазмової обробки, ферментативного гідролізу та хімічних модифікацій [32].

Споживання соєвих продуктів може знизити концентрацію холестерину шляхом заміни тваринних білків з високим вмістом насичених жирів у раціоні людини [33]. Мета-аналіз 46 досліджень показав, що споживання соєвого білка знижує рівень холестерину на 3-4 % більше, ніж інші несоеві джерела білка людини. Їх помірне споживання сприяє зниженню ризику виникнення серцево-судинних захворювань і гормонозалежних видів раку, а також зменшенням негативних наслідків гормонального дисбалансу [35].

Соева олія має відносно високе співвідношення лінолевої та α -ліноленової кислот (приблизно 7:1) [36], і наразі тривають зусилля, спрямовані на його зміну [37, 38]. Дослідження показали, що зменшення вмісту α -ліноленової та насичених жирів не впливає на концентрацію корисних фітохімічних речовин та антиоксидантів. Нещодавні відкриття щодо функції

ключових генів у синтезі жирних кислот можуть бути використані для покращення профілю соєвої олії [39]. Концентрація олеїнової кислоти вище забезпечує користь для здоров'я в якості продуктів харчування і кормів [40].

Соєві боби забезпечують більш високе співвідношення білка до насичених жирів, ніж продукти тваринного походження, і приблизно в 4 рази вище співвідношення білка до вуглеводів, ніж зернові. Хоча соя має нижчий вміст сірковмісних амінокислот (метіоніну та цистеїну), ніж коров'яче молоко, якість білка соєвого молока вища, ніж у інших рослинних замінників молока, таких як мигдаль, рис, кокосовий горіх [41]. Соя також є основним джерелом білка для свиней і лізину як для свиней, так і для птиці [42].

У той час як рослинні білки зазвичай мають нижчу засвоюваність, ніж тваринні [43], соя має найвищу засвоюваність серед бобових: 80% для соєвих бобів і >95% для ізоляту соєвого білка, і тому вона є кращим інгредієнтом для замінників м'яса в раціоні харчування людини [44].

1.2. Значення рістстимулюючих речовин у процесі формування урожайності сої.

Рослини постійно пристосовують свій метаболізм до умов навколишнього середовища. В основі метаболізму рослин лежать три окислювальні процеси: фотосинтез, фотодихання та окислювальне дихання, які пов'язані між собою однаковими клітинними відновниками та антиоксидантними ферментами [45]. Утворення активних форм кисню є неминучим наслідком окислювального метаболізму, який більшою чи меншою мірою відбувається в кожному типі клітин. Як правило, ці ефекти врівноважуються клітинними відновниками, які самі відновлюються за допомогою тих же процесів. Невеликі зміни в навколишньому середовищі можуть швидко спричинити зміну цього окислювально-відновного балансу, що призведе до сплеску активних форм кисню. Наприклад, вітерець, що ворухить верхній ярус листя, дозволить сонячному світлу потрапити на нижні

листки і швидко призведе до різкого сплеску поглинання світлової енергії пігментами фотосинтезуючих листків, що потім спричинить локальний сплеск активних форм кисню у хлоропласті [46]. У цьому контексті сплески активних форм кисню є цінними як клітинні сигнали про зміни в навколишньому середовищі. Вони можуть запускати акліматизацію рослин і є невід'ємною частиною механізмів зондування та реагування рослин [47]. За довготривалих несприятливих умов, таких як посуха, сольовий стрес, перепади температур або обмеження споживання поживних речовин, шкідливі рівні активних форм кисню можуть накопичуватися або безпосередньо, або через метаболічні процеси, необхідні для акліматизації.

Ендогенні антиоксидантні системи рослин допомагають модулювати сигналізацію активних форм кисню і пом'якшувати пошкодження, спричинені активними формами кисню. Ці системи зазвичай включають як хімічні відновники, так і ферменти, які можуть детоксикувати активні форми кисню або регенерувати відновники [48].

Антиоксидантні системи сприяють зондуванню навколишнього середовища, реагують на стреси та пов'язані з системами захисту рослин [49]. Оскільки антиоксиданти забезпечують природну стійкість до стресів і захист від патогенів, існує інтерес до використання антиоксидантних систем для підвищення врожайності та стійкості сільськогосподарських культур [50]. Дослідження із застосуванням антиоксидантів на багатьох видах рослин показали, що вони можуть покращувати умови росту рослин і змінювати природні антиоксидантні системи, що свідчить про значний потенціал для їхнього майбутнього застосування в сільському господарстві.

До основних видів антиоксидантів належать амінокислоти. У рослинах вільні амінокислоти відіграють важливу роль у мінеральному живленні, сигналізації та модуляції окисно-відновного гомеостазу [51]. Було показано, що при екзогенному застосуванні певні амінокислоти підвищують стійкість до багатьох стресових факторів, таких як посуха, забруднення важкими металами та засоленість ґрунту.

Після біосинтезу мелатонін діє як антиоксидант і фітогормон. Він є критично важливим для росту та численних процесів розвитку, включаючи стимулювання фотосинтезу, збереження хлорофілу, затримку старіння листя та окислювально-відновний гомеостаз [52].

Токоферолі, також відомі під загальною назвою вітамін Е, синтезуються в рослинах, водоростях і деяких ціанобактеріях. У зелених тканинах переважає а-токоферол, який разом з каротиноїдами утворює найпоширенішу групу ліпідорозчинних антиоксидантів, присутніх у хлоропластах [53]. В результаті їхньої реакції утворюється токофероксильний радикал, який знову перетворюється на токоферол шляхом реакції з аскорбатом [54]. Найвідомішими функціями токоферолів є захист мембранних ліпідів від перекисного окислення, детоксикація перекисів ліпідів та поглинання синглетного кисню, які досягаються за допомогою декількох механізмів [55].

Тіамін, також відомий як вітамін В1, є нефосфорильованою формою тіамініпірофосфату, коферменту з кількома азот- та сірковмісними кільцями такі як солоність або холод, можливо, через його потребу в якості кофактора, оскільки тіамініпірофосфат є необхідним коферментом для кількох реакцій центрального метаболізму [57].

Алантаїн - це багата на азот сполука, що вивільняється під час розщеплення пуринів у пероксисомах [58]. Припускають, що він діє як молекула транспорту азоту на великі відстані в рослинах [59]. Алантаїн безпосередньо реагує з H_2O_2 і, як видається, має антиоксидантну дію як у рослин, так і у бактерій *in vivo* через активацію власних рослинних антиоксидантних ферментів [60].

Флавіни, що характеризуються модифікованим ізоаллоксазиновим кільцем, є широко розповсюдженим класом природних продуктів, які слугують поживними речовинами, антиоксидантами та переносниками електронів і синтезуються всіма організмами. Окрім стимулювання росту та впливу на метаболізм рослин, флавіни індукують стійкість до грибкових, бактеріальних

та вірусних патогенів [61].

Флавоноїди - це фенольні хімічні речовини, які приблизно імітують ізоаллоксазинове кільце флавінів, хоча вони мають більш різноманітну хімічну структуру. Основними класами флавоноїдів є флавони, флавоноли, ізофлавони, халкони та антоціани [62]. Ці численні фітохімічні речовини відповідають за палітру кольорів, смаків та ароматів рослин і можуть мати різноманітну структуру та хімічну активність [63].

Бензотіадіазол, був відкритий як сполука, що активує системну набуту стійкість до патогенів і був комерціалізований завдяки цій здатності [64].

Ефекти від застосування біологічно активних речовин, що спостерігаються в умовах стресу, зазвичай більші, ніж ті, що спостерігаються в нормальних умовах, де застосування може бути шкідливим. Вчені припускають, що вплив на ріст відбувається через зміни в природних антиоксидантах, фітогормонах і фотосинтезі, які розглядаються в наступних розділах.

Екзогенне застосування більшості антиоксидантів покращує фотосинтетичну здатність у багатьох видів сільськогосподарських культур виявляється значно вищою під час абіотичного стресу, ніж у сприятливих умовах [67].

Вважається, що флавоноїди захищають мембрани, сприяючи ремоделюванню мембран для запобігання окислювальному пошкодженню біосинтезу хлорофілу шляхом послаблення інгібування ферментів біосинтезу хлорофілу, спричиненого активними формами кисню [69], та обмеження деградації хлорофілу шляхом регуляції ферредоксину [70] або зниження регуляції хлорофілази [71]. Таким чином, рослини, оброблені антиоксидантами, підтримують вищу фотосинтетичну здатність під час стресу і часто підвищують рівень фотосинтезу в контрольних умовах. Загальна картина, виявлена численними дослідженнями, показує, що оброблені

антиоксидантами рослини збирають більше світлової енергії та фіксують її, що вимірюється флуоресцентними параметрами фотосинтезу, а також вищими показниками асиміляції CO₂ та швидшим ростом.

Рослини мають потужні антиоксидантні системи, що складаються з низькомолекулярних відновників і ферментів, які допомагають цим відновникам детоксикувати активні форми кисню і відновлювати відновну здатність.

Враховуючи, що індивідуальне застосування багатьох антиоксидантів покращує реакцію рослин на стресові умови і що рослинні антиоксидантні молекули та ферменти роблять безпосередній внесок, не дивно, що рослини часто накопичують підвищені рівні рослинних антиоксидантних молекул та ферментів, коли піддаються впливу стресу. Наприклад, застосування аскорбату підвищує активність антиоксидантних ферментів і люцерни, томатів і пшениці, що зазнали сольового стресу [72] у кукурудзи, що зазнала кадмієвого стресу [73] а також у квасолі та костриці високої, що зазнали стресу від перезволоження/гіпоксії [74].

Екзогенне застосування антиоксидантів часто змінює рівень фітогормонів. Оскільки рослинні гормони беруть участь у рості та розвитку, їх вплив на рослину, ймовірно, залежить від стадії росту рослини. Дійсно, зміни фітогормонів залежать від стадії росту кукурудзи при застосуванні аскорбату та вимірюванні рівня ауксину [75].

Хоча деякі дані свідчать про те, що застосування екзогенних антиоксидантів підтримує прискорений ріст за нормальних умов, ті ж самі препарати, як правило, збільшують ріст в умовах стресу. Аналогічно, застосування екзогенних антиоксидантів має тенденцію до подібного впливу на рівні фітогормонів, пов'язаних зі стресом. Наприклад, рівні абсцизової кислоти зростали у відповідь на обробку арабідопсису, пшениці, кукурудзи, цитрусових та винограду хімічними речовинами глутатіоном, аскорбатом, алантоїном та мелатоніном. Дійсно, активація абсцизової кислоти була запропонована як основний молекулярний механізм, за допомогою якого

досягається підвищена стресостійкість у разі застосування алантоїну [76]. Добре відомо, що абіотичні стреси спричиняють стрибки рівня абсцизової кислоти у рослинах, і що попереднє застосування абсцизової кислоти покращує стійкість до абіотичних стресів у різних видів [77].

Наразі існує два методи застосування антиоксидантів, які, найімовірніше, перейдуть до стратегій управління технологією вирощування сільськогосподарських культур - це позакореневе обприскування та обробка насіння. Позакореневе обприскування посівів дозволяє наносити рідину безпосередньо на листя рослин [78]. Воно є широко сумісним з наявними механізмами обприскування всього поля, наприклад, поворотним зрошенням, внесенням гербіцидів або пестицидів. Зазвичай, лабораторні стратегії включають часте обприскування відразу після появи сходів рослин, в той час як більшість стратегій зрошення застосовуються пізніше, у спекотні, сухі місяці кінця літа. Гербіциди часто застосовують на початку сезону, а пестициди - пізніше. Поєднання цих спреїв з антиоксидантами може бути реальним механізмом для застосування в сільському господарстві, якщо вдасться розробити формули, що ефективно поєднують гербіцид або пестицид з антиоксидантом. Розмір крапель і відстань розпилення також можуть бути оптимізовані для антиоксидантів, оскільки при розпиленні розчину утворюються дрібні краплі з великою площею поверхні, що сприяє окисленню.

Замочування насіння готує насіння до проростання, просто замочуючи його в розчині, що містить антиоксиданти, і позитивно впливає на проростання та ранній ріст для декількох антиоксидантів (El-Beltagi et al. 2020). В умовах сільського господарства замочування насіння не підходить для багатьох культур, оскільки замочене насіння не можна використовувати в автоматизованих сівалках [79].

Значення біопрепаратів у процесі формування урожайності сої.

Основою біопрепаратів є мікроорганізми, які можуть забезпечувати рослини достатньою кількістю поживних речовин і не погіршувати якість ґрунту. Вони також відомі як мікробіологічні інокулянти. Біопрепарати можуть мобілізувати поживні речовини, присутні в ґрунті, і зробити їх доступними для засвоєння рослинами в ході біологічного процесу.

В останнє десятиліття біодобрива широко застосовуються в якості екологічно чистого засобу, що дозволяє звести до мінімуму використання хімічних добрив, поліпшити родючість ґрунту і підвищити врожайність сільськогосподарських культур за рахунок їх біологічної активності в ризосфері. Те-біодобрива являють собою препарати, які містять живі або латентні клітини різних штамів мікроорганізмів. Ці мікроорганізми зустрічаються в природі. Вони виробляються у великих масштабах для комерційного виробництва і надходять у продаж на ринок. Для їх виробництва потрібно технічна допомога, оскільки мікроорганізмам потрібно сприятливе середовище для життєдіяльності. Біодобрива вносяться або на насіння, або в ґрунт. Вони можуть бути класифіковані як інокулянти на основі носіїв, що фіксують атмосферний азот або стимулюють ріст рослин шляхом синтезу речовин, що сприяють зростанню [80].

Біопрепарати відіграють важливу роль в активізації ростових процесів рослин і підвищенні родючості ґрунту. Вони виступають у ролі дешевого, що не вимагає великих капіталомістких витрат і екологічного способу підвищення продуктивності фермерських господарств в залежності від їх здатності мобілізувати різні поживні речовини. Мікроорганізми відіграють важливу роль в мобілізації поживних речовин, присутніх в ґрунті. Але через погіршення якості ґрунту кількість мікроорганізмів у ньому зменшується. Вчені свідчать, що інокуляції насіння біодобривом значно поліпшили такі параметри росту, як висота рослин, кількість і масу бобів і насіння на рослині, врожайність стебел і насіння та Індекс урожайності [81].

Основна роль біодобрив полягає в мобілізації поживних речовин,

присутніх в ґрунті, оскільки вони містять ці мікроорганізми. Саме головне, що використання біодобрив є стійким способом досягнення бажаного рівня виробництва, оскільки вони не завдають шкоди наявним ресурсам. Якість ґрунту добре підтримується завдяки їх використанню. Вони можуть збільшити врожайність до 30 %. Біодобрива також сприяють розвитку сильної кореневої системи і поліпшення загального росту рослин. Вони допомагають рослинам рости в несприятливих умовах і продовжують їх життя. Вони економічні, а ціна на біодобрива нижче в порівнянні з хімічними добривами, тому фермери можуть легко їх придбати. Вони також можуть допомогти зменшити шок при пересадці, оскільки це є серйозною проблемою. Більш того, використання біодобрив дешево і дійсно ефективно і може збільшити дохід ферми. Чому бобові культури Бобові культури вважаються найдешевшими джерелом білка. Вони є важливою товарною культурою і невід'ємною частиною вегетаріанського раціону. Вони відіграють дуже важливу роль у органічному землеробстві, оскільки використовуються в сівозміні. Оскільки бобові культури мають глибоке коріння, вони можуть отримувати поживні речовини, присутні на більш низьких рівнях, а також можуть фіксувати атмосферний азот завдяки симбіотичному взаємодії з бактеріями *Rhizobium*. Однією з найбільш важливих зернобобових культур є мунгбейн; воно має потенціал збагачення ґрунту за рахунок фіксації атмосферного азоту, а також може звести до мінімуму нестачу кормів, оскільки вся рослина або його побічні продукти можуть бути використані в якості хорошого корму для тварин [82].

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”.

Грунт дослідної ділянки чорнозем типовий малогумусний глибокозакіпаючий. За механічним складом грунт 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 Кононової), рухомого фосфору – 10-15 мг (визначено за методикою Чирикова), калію – 16-20 мг на 100 г ґрунту (визначено за методикою Маслової).

2.2. Погодні умови місяця проведення досліджень.

Вегетаційний період гороху у 2023 році характеризувався контрастними погодними умовами. Розвиток рослин сої 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.

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. Загалом вегетаційний період характеризувався значним недобором забезпеченості рослин вологою (табл. 2.2).

Натомість температура повітря у місяці вегетації різною мірою перевищувала середньобагаторічні значення. Значення абсолютного максимуму і мінімуму 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.

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

2.3. Методика проведення досліджень

Проведення запланованих експериментів відбувалося на території державного підприємства “Дослідне господарство “Степне” Інституту свинарства і АПВ НААН” впродовж 2023 і 2024 років. Основними факторами, що вивчалися у нашому дослідженні були:

(фактор А) – інокуляція насіння біопрепаратами на основі азотфіксуючих (ХіСтікСоя, 2 л/т) (ХСС) та фосформобілізуєчих (Бінорма Фосфор, л/т) (БФ) мікроорганізмів.

(фактор В) – обприскування посівів біостимулятором росту у фазі бутонізації на основі амінокислот (Амінорост, 1,5 л/га) (АР) .у фазі цвітіння біостимулятором на основі гумінових кислот (Гумат калію, 0,7 л/га) (ГК).

У досліді вивчали сорт сої Галлек. Варіанти і повторення у досліді розміщувалися рендомізовано. Повторність розміщення варіантів у досліді була чотириразовою. Площа однієї ділянки становила 40 м². Технологія вирощування сої у дослідженнях була загальноприйнятною, за винятком досліджуваних елементів.

Для проведення аналізу розвитку вегетативної частини рослин у динаміці під час настання фаз третього трійчастого листка, бутонізації, цвітіння, формування бобів, та повної стиглості кожен раз відбирали по 10 рослин. При цьому вимірювали висоту рослин, а також визначали їх суху масу.

Вимірювання площі листкової поверхні у динаміці методом висічок проводили у фазах появи і розвитку третього трійчастого листка, цвітіння, формування бобів і наливу насіння.

Безпосередньо перед збиранням врожаю насіння сої відбирали проби для визначення величини елементів індивідуальної продуктивності рослин (кількість бобів, кількість насінин у одному бобу, маса насіння з однієї рослини, маса 1000 насінин) [83].

РОЗДІЛ 3

ВПЛИВ БІОПРЕПАРАТІВ І РІСТСТИМУЛЮЮЧИХ РЕЧОВИН НА ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ СОЇ

3.1. Вплив біопрепаратів і біостимуляторів росту рослин на висоту рослин сої.

Ріст рослин являє собою незворотне збільшення біомаси, яке проявляється в збільшенні довжини і діаметра рослини. Збільшення біомаси підтримується поділом і подовженням клітин. Всі рослини ростуть. Різниця полягає в швидкості росту, яка буває або повільною, або швидкою. Ріст припиняється у певний момент життєвого циклу рослини. На це впливає взаємодія генів і навколишнього середовища. Навколишнє середовище має значний вплив на ріст рослин. Фактор навколишнього середовища є світло, температура, вода і поживний режим. Інтенсивне зростання відбувається при мінімальних абіотичних і біотичних стресах. 17 основних поживних речовин є необхідними для росту і розвитку рослинам. Загальний ріст і розвиток рослин гальмується від дефіциту азоту.

Ріст є фундаментальною характеристикою живого організму. 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, 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 генетичних особливостей і факторів навколишнього середовища, серед яких вагому роль поряд із освітленням, температурою повітря, вологозабезпеченість, відіграє забезпеченість рослин поживними речовинами.

Ростові процеси надземної частини рослин є нерівномірними впродовж вегетаційного періоду. Результати досліджень показали незначне збільшення висоти рослин у всіх варіантах, що досліджувалися на початкових етапах вегетаційного періоду. Від фази третього трійчастого листка до фази цвітіння формування бобів спостерігалось досить інтенсивне збільшення лінійних розмірів надземної частини рослин сої. Під час наливу бобів і зерна у них було занотовано гальмування лінійних приростів рослин у висоту, що могло бути пов'язано із спрямуванням синтезованих органічних сполук до репродуктивних органів. Під час досягання бобів і насіння у них лінійний приріст рослин сої у висоту був мінімальним.

Відомо, що для забезпечення росту і розвитку рослини потребують 17 основних поживних елементів. Хоча відомо, що елементом, що визначає інтенсивність наростання надземної вегетативної маси рослин і відповідного збільшення їх лінійних розмірів є азот та його комбінація із фосфором і калієм.

Дані представленої таблиці чітко вказують на те, що найнижчі показники ростових характеристик сої, тобто висота рослин, були занотовані на контрольному варіанті, тобто без застосування біопрепаратів і регуляторів росту рослин.

Разом з тим, отримані результати дослідження показали, позитивний вплив біологічного препарату на основі азотфіксуючих бактерій і регуляторів росту рослин та їх поєднання на лінійний приріст рослин впродовж усього періоду вегетації.

Дані представленої таблиці показують позитивний вплив застосування РРР на лінійні прирости головного стебла рослин сої. Так у посівах із застосуванням АР у фазі повного розвитку третього трійчастого листка було

відмічено збільшення висоти рослин у фазі повної стиглості насіння на 1,5 см щодо контролю (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Висота рослин сої залежно від застосування біопрепаратів та біостимуляторів росту рослин, см (2023-2024 рр.)

Біопрепарати	Біостимулятори росту рослин	Фази росту і розвитку рослин				
		третій трійчастий листок	бутонізація	цвітіння	формування бобів	повна стиглість насіння
-	-	6,3	16,7	21,2	33,8	38,6
	AR	6,8	17,5	24,3	35,3	40,3
	ГК	7,6	18,4	25,6	37,1	42,5
	AR+ГК	8,1	19,2	27,8	38,5	43,8
ХСС	-	6,5	17,0	22,1	34,3	39,2
	AR	7,1	18,2	26,2	36,5	41,8
	ГК	8,2	19,3	27,4	39,7	42,3
	AR+ГК	8,8	19,9	28,7	40,1	44,7
ХСС + БФ	-	6,8	17,9	23,6	35,3	40,4
	AR	7,9	19,4	27,3	37,3	42,6
	ГК	8,4	20,1	28,8	40,8	43,9
	AR+ГК	9,3	21,2	30,4	41,3	45,7

У варіанті обприскування посівів сої ГК у фазі бутонізації висота рослин впродовж вегетаційного періоду сої перевищувала контрольний варіант і у фазі повної стиглості зерна становила 42,5 см проти 38,6 см – на контрольному варіанті.

Поєднання застосування АР і ГК покращувало умови для проходження ростових процесів у рослинах, що виражалося у збільшенні їх головного стебла на 5,2 см порівняно з контролем.

У варіантах із застосуванням біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій, висота рослин впродовж вегетаційного періоду сої перевищувала контрольний варіант на 0,6 см.

Рослини, інокульовані біопрепаратом на основі азотфіксуючих бактерій у поєднанні із застосуванням АР, мали вищі значення оцінюваного параметру впродовж вегетаційного періоду, ніж рослини, на яких не проводилося застосування досліджуваних елементів технології вирощування.

У варіантах поєднання інокуляції насіння і застосування ГК висота р

о Застосування комплексу досліджуваних рістрегулюючих речовин у комбінації із інокуляцією насіння біопрепаратом на основі азотфіксуючих бактерій сприяло збільшенню величини даного показника розвитку рослин у фазі повної стиглості насіння на 6,1 см порівняно з контрольним варіантом.

н У варіанті інокуляції насіння комплексом азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів бактерії висота рослин перевищувала п

е Поєднання інокуляції насіння комплексом азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів і обприскування посівів сої у фазі третього трійчастого листка АР покращувало умови для проходження ростових процесів у рослинах, що виражалося у збільшенні їх головного стебла на 4,00 см порівняно з контролем. Більш ефективним у цьому відношенні виявилось застосування ГК у комплексі із біологічними препаратами, що використовувалися у ході проведення дослідження.

в У варіанті поєднання інокуляції насіння комплексом азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів і обприскування посівів сої АР+ГК значення висоти рослин загалом по досліді були найбільшими (45,7 см).

а

к

3.2. Вплив біопрепаратів і біостимуляторів росту рослин на динаміку розвитку листкової поверхні посівів сої

Продуктивність рослин визначається як результат роботи цілісної системи. Так, фотосинтез забезпечує постачання метаболічних процесів вуглецем і енергією, на які спирається вся система, 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 різні біологічні процеси, наприклад, на ріст рослин та їх розмноження. Розвиток листкової поверхні піддається значному впливу факторів зовнішнього середовища, серед яких вагому роль відіграє забезпеченість рослин елементами мінерального живлення.

Дані таблиці свідчать про нерівномірність збільшення величини листкової поверхні посівів сої впродовж вегетаційного періоду. На початку вегетації рослини формували листкову поверхню незначних розмірів. Період від появи третього трійчастого листка до цвітіння і формування бобів 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 27,6-33,9 тис. м²/га. Надалі, від формування бобів до наливу зерна розміри листкової поверхні посівів поступово зменшувалися, здебільшого за рахунок підсихання рослин і відмирання листків нижніх ярусів.

Результати дослідження показали, позитивний вплив факторів, що вивчалися та їх поєднання на формування асиміляційної поверхні посівів сої впродовж усього періоду вегетації.

Так у посівах із застосуванням АР у фазі повного розвитку третього трійчастого листка було відмічено збільшення параметрів площі листової поверхні посівів сої у фазі формування бобів на 2,6 тис. м²/га щодо контролю

У варіанті обприскування посівів сої ГК у фазі бутонізації величина площі листової поверхні посівів сої впродовж вегетаційного періоду тис. м²/га проти 27,6 тис. м²/га – на контрольному варіанті.

Поєднання застосування АР і ГК покращувало умови формування листової поверхні, що виражалось у збільшенні параметру, що вивчався на 4,1 тис. м²/га порівняно з контролем.

У варіантах із застосуванням біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій площа листової поверхні посівів сої у фазі формування бобів перевищувала контрольний варіант на 3,62 %.

Рослини, інокульовані біопрепаратом на основі азотфіксуючих бактерій у поєднанні із застосуванням АР, мали вищі значення оцінюваного параметру впродовж вегетаційного періоду, ніж рослини, на яких не проводилося застосування досліджуваних елементів технології вирощування.

У варіантах поєднання інокуляції насіння і застосування ГК висота р

о Застосування комплексу досліджуваних рістрегулюючих речовин у комбінації із інокуляцією насіння біопрепаратом на основі азотфіксуючих бактерій сприяло збільшенню величини даного показника розвитку рослин у фазі формування насіння на 5,1 тис. м²/га порівняно з контрольним варіантом.

н У варіанті інокуляції насіння комплексом азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів площа листової поверхні посівів сої п

е Застосування комплексу досліджуваних рістрегулюючих речовин у комбінації із інокуляцією насіння біопрепаратом на основі азотфіксуючих бактерій сприяло збільшенню величини даного показника розвитку рослин у

в

и

щ

фазі формування насіння на 5,1 тис. м²/га порівняно з контрольним варіантом (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Динаміка формування листкової поверхні сої залежно від застосування біопрепаратів і біостимуляторів росту рослин, тис. м²/га (2023-2024 рр.)

Біопрепарати	Біостимулятори росту рослин	Фази росту і розвитку рослин				
		третій трійчастий листок	бутонізація	цвітіння	формування бобів	налив насіння
-	-	3,8	15,3	20,1	27,6	29,1
	AR	4,7	17,6	23,1	29,0	31,7
	ГК	5,2	16,8	23,9	30,3	32,4
	AR+ГК	6,1	18,9	25,3	31,7	33,6
ХСС	-	4,2	15,8	21,6	28,6	30,7
	AR	5,4	18,3	24,3	30,4	32,9
	ГК	5,9	19,1	25,7	31,3	33,6
	AR+ГК	6,9	19,8	28,1	32,7	35,3
ХСС + БФ	-	5,1	16,2	22,4	29,8	31,4
	AR	6,3	19,5	26,4	31,6	33,7
	ГК	6,9	21,3	27,9	32,5	34,9
	AR+ГК	7,8	21,8	30,3	33,9	37,1

У варіанті інокуляції насіння комплексом азотфіксуючих і фосфформобілізуючих мікроорганізмів бактерії висота рослин перевищувала

Поєднання інокуляції насіння комплексом азотфіксуючих і фосфформобілізуючих мікроорганізмів і обприскування посівів сої AR

покращувало умови для проходження ростових процесів у рослинах, а також формування їх асиміляційної поверхні що виражалось у збільшенні площі листової поверхні посівів на 4,00 тис. м²/га порівняно з контролем.

Найвищі значення даного показника (33,9 тис. м²/га) були відмічені за комплексного застосування біопрепаратів і рістрегулюючих речовин.

3.3. Вплив біопрепаратів і біостимуляторів росту рослин на тривалість і продуктивність фотосинтетичної діяльності листової поверхні посівів сої.

У процесі фотосинтезу листові пластинки вловлюють енергію сонячних променів впродовж періоду вегетації та перетворюють її у біомасу. Таким чином кількість синтезованої рослиною органічної речовини визначається не тільки розмірами листової поверхні, а й тривалістю періоду її активного функціонування. Тривалість перебування листової поверхні у активному стані визначає показник фотосинтетичного потенціалу посіву.

Результати дослідження показали, позитивний вплив факторів, що вивчалися та їх поєднання на формування асиміляційної поверхні посівів сої впродовж усього періоду вегетації та тривалість її активної фотосинтетичної

У варіантах із застосуванням АР у фазі повного розвитку третього трійчастого листка, величина фотосинтетичного потенціалу посівів сої перевищувала контрольний варіант на 0,28 млн.м²діб/га.

У варіанті обприскування посівів сої ГК у фазі бутонізації величина даного показника впродовж вегетаційного періоду перевищувала

Поєднання застосування АР і ГК покращувало умови для формування листової поверхні та подовжувало період перебування її у активному стані, що виражалось у збільшенні параметру, що вивчався до 1,38 млн.м²діб/га.

р

о

л

ь

У варіантах із застосуванням біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій, фотосинтетичний потенціал посівів сої становив 1,05 млн.м²діб/га (рис. 3.1).

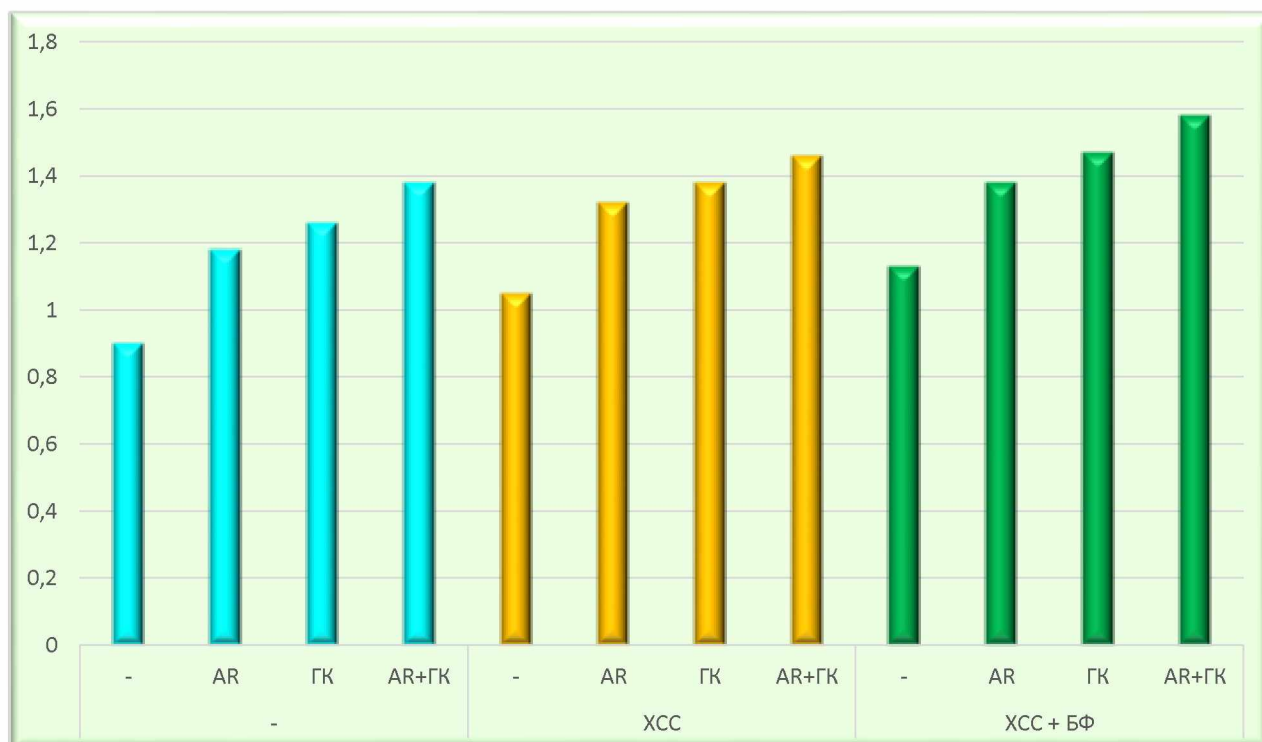


Рис. 3.1. Фотосинтетичний потенціал посівів сої у фазі цвітіння-формування бобів залежно від застосування біопрепаратів і біостимуляторів росту рослин, млн. м²×діб/га (2023-2024 рр.)

Рослини, інокульовані біопрепаратом на основі азотфіксуючих бактерій у поєднанні із застосуванням АР, мали вищі значення оцінюваного параметру впродовж вегетаційного періоду, ніж рослини, на яких не проводилося застосування досліджуваних елементів технології вирощування.

У варіантах поєднання інокуляції насіння і застосування ГК значення ф

о Застосування комплексу досліджуваних рістрегулюючих речовин у комбінації із інокуляцією насіння біопрепаратом на основі азотфіксуючих бактерій сприяло збільшенню величини даного показника 0,56 на млн.м²діб/га порівняно з контрольним варіантом.

и
н
е

У варіанті інокуляції насіння комплексом азотфіксуючих і фосфомобілізуючих мікроорганізмів перевищення величини фотосинтетичного потенціалу посівів сої по відношенню до контрольного варіанту становило 25,6 %.

Поєднання інокуляції насіння комплексом азотфіксуючих і фосфомобілізуючих мікроорганізмів і обприскування посівів АР+ГК покращувало умови формування листкової поверхні посівів сої та подовжувало тривалість її фотосинтетичної роботи що виражалося у збільшенні значень фотосинтетичного потенціалу на 0,48 млн.м²діб/га і 0,57

м

л

н

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

д У спеціалізованих структурах, хлоропластах, 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. Динаміку накопичення рослинами органічної біомаси показує чиста продуктивності фотосинтезу. Її значення виражає кількість створеної у процесі фотосинтезу сухої речовини одиницею листкової поверхні за певний проміжок часу. Її значення можуть істотно варіювати залежно від впливу факторів навколишнього середовища.

в Результати дослідження показали, позитивний вплив факторів, що вивчалися та їх поєднання на величину чистої продуктивності фотосинтезу.

д

н

о

порівняно з контролем. Найвищі значення чиста продуктивності (1,58

У варіантах застосуванням АР у фазі повного розвитку третього трійчастого листка значення даного показника перевищувало контрольний варіант на 0,23 г/м² за добу. Обприскування посівів сої ГК у фазі бутонізації виявилось більш ефективним (рис. 3.2).

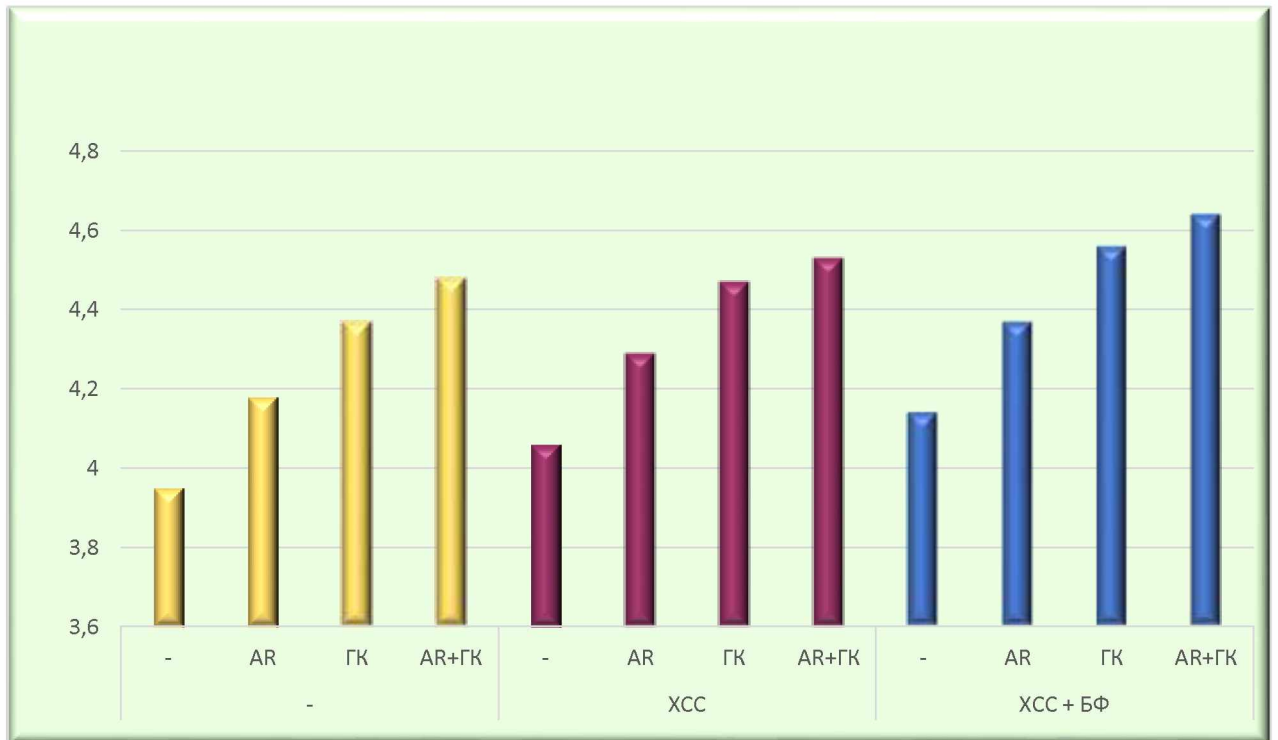


Рис. 3.2. Чиста продуктивність фотосинтезу у фазі цвітіння-формування бобів залежно від застосування біопрепаратів і біостимуляторів росту рослин, г/м² за добу (2023-2024 рр.)

Поєднання застосування АР і ГК підвищувало інтенсивність продукування рослинами органічної біомаси, що виражалось у підвищенні значення чистої продуктивності фотосинтезу на 0,53 г/м² за добу порівняно з контролем.

У варіантах із застосуванням біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій, чиста продуктивність фотосинтезу становила 4,06 г/м² за добу проти 3,95 г/м² за добу – на контрольному варіанті.

Рослини, інокульовані біопрепаратом на основі азотфіксуючих бактерій у поєднанні із застосуванням АР, мали вищі значення оцінюваного параметру

впродовж вегетаційного періоду, ніж рослини, на яких не проводилося застосування досліджуваних елементів технології вирощування.

У варіантах поєднання інокуляції насіння із застосуванням ГК значення

ч Застосування комплексу досліджуваних рістрегулюючих речовин у комбінації із інокуляцією насіння біопрепаратом на основі азотфіксуючих бактерій сприяло збільшенню величини даного показника на 0,58 г/м² за добу порівняно з контрольним варіантом.

ї У варіанті інокуляції насіння комплексом азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів величина чистої продуктивності посівів

р Поєднання інокуляції насіння комплексом азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів і обприскування посівів сої у фазі третього трійчастого листка АР і ГК покращувало умови для продукування рослинами органічних сполук, що виражалося у збільшенні величини чистої продуктивності фотосинтезу на 0,42 г/м² за добу і 0,61 г/м² за добу порівняно з контролем.

и Найвищі значення даного показника (4,64 г/м² за добу) були відмічені за комплексного застосування біопрепаратів і рістрегулюючих речовин.

и Інтенсивність накопичення органічних сполук визначила величину загальної надземної біомаси рослинами, яка у фазу наливу насіння сягала значень від 9,24 до 16,9 г. Її значення закономірно підвищувалися по мірі покращання поживного режиму рослин.

а Так, застосуванням АР у фазі повного розвитку третього трійчастого листка забезпечило підвищення значень маси рослин у абсолютно сухому стані у фазі наливу насіння на 1,56 г порівняно з контролем.

о У варіанті обприскування посівів сої ГК у фазі бутонізації маса абсолютно сухих рослин на час наливу насіння становила 12,4 г проти 9,24 г – на контрольному варіанті.

н

е

р

Поєднання застосування АР і ГК покращувало умови для наростання абсолютно сухої речовини рослин сої, що виражалося у підвищенні значень маси рослин у абсолютно сухому стані на 4,35 г порівняно з контролем.

У варіантах із застосуванням біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій перевищення маси сухих рослин по відношенню до контролю становило 11,5 %.

Інокуляція біопрепаратом на основі азотфіксуючих бактерій у поєднанні із застосуванням рістрегулюючих речовин, покращувала умови накопичення рослинами сої надземної сухої біомаси впродовж вегетаційного періоду. Слід відмітити, що застосування ГК виявилось більш ефективним у цьому відношенні.

Застосування комплексу досліджуваних рістрегулюючих речовин у комбінації із інокуляцією насіння біопрепаратом на основі азотфіксуючих бактерій сприяло збільшенню величини даного показника розвитку рослин у фазі наливу насіння на 6,56 г порівняно з контрольним варіантом.

У варіанті інокуляції насіння комплексом азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів маса абсолютно сухих рослин

Поєднання інокуляції насіння комплексом азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів і обприскування посівів сої АР і ГК покращувало умови для наростання абсолютно сухої речовини рослин сої, що виражалося у підвищенні значень маси рослин у абсолютно сухому стані на 4,36 г і 6,16 г відповідно порівняно з контролем.

Найвищі значення даного показника (16,9 г) були відмічені за комплексного застосування біопрепаратів і рістрегулюючих речовин (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

**Динаміка накопичення абсолютно сухої речовини рослинами сої
залежно від застосування біопрепаратів і біостимуляторів росту рослин,
г (2023-2024 рр.)**

Біопрепарати	Біостимулятори росту рослин	Фази росту і розвитку рослин			
		третій трійчастий листок	бутонізація	цвітіння	налив насіння
-	-	0,63	2,08	4,56	9,24
	AR	0,86	2,36	4,98	10,8
	ГК	1,09	2,48	5,24	12,4
	AR+ГК	1,15	2,55	5,96	13,6
ХСС	-	0,78	2,32	4,75	10,3
	AR	0,93	2,43	5,32	12,5
	ГК	1,12	2,57	5,86	14,3
	AR+ГК	1,25	2,74	6,62	15,8
ХСС + БФ	-	0,87	2,44	5,03	12,1
	AR	1,17	2,56	6,08	13,6
	ГК	1,22	2,68	6,35	15,4
	AR+ГК	1,28	2,76	6,84	16,9

3.4. Вплив біопрепаратів і біостимуляторів росту рослин на індивідуальну продуктивність рослин і урожайність посівів сої

Індивідуальна продуктивність рослин виступає як складна взаємодія усіх фізіологічних процесів 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 структурних елементів рослин сої (рис. 3.3, 3.4, 3.5).

Так застосуванням АР у фазі повного розвитку третього трійчастого листка сприяло збільшенню кількості бобів на рослинах, зерен у них і маси 1000 насінин порівняно з контрольним варіантом на 1,1 шт., 0,9 шт. і 3,1 г відповідно.

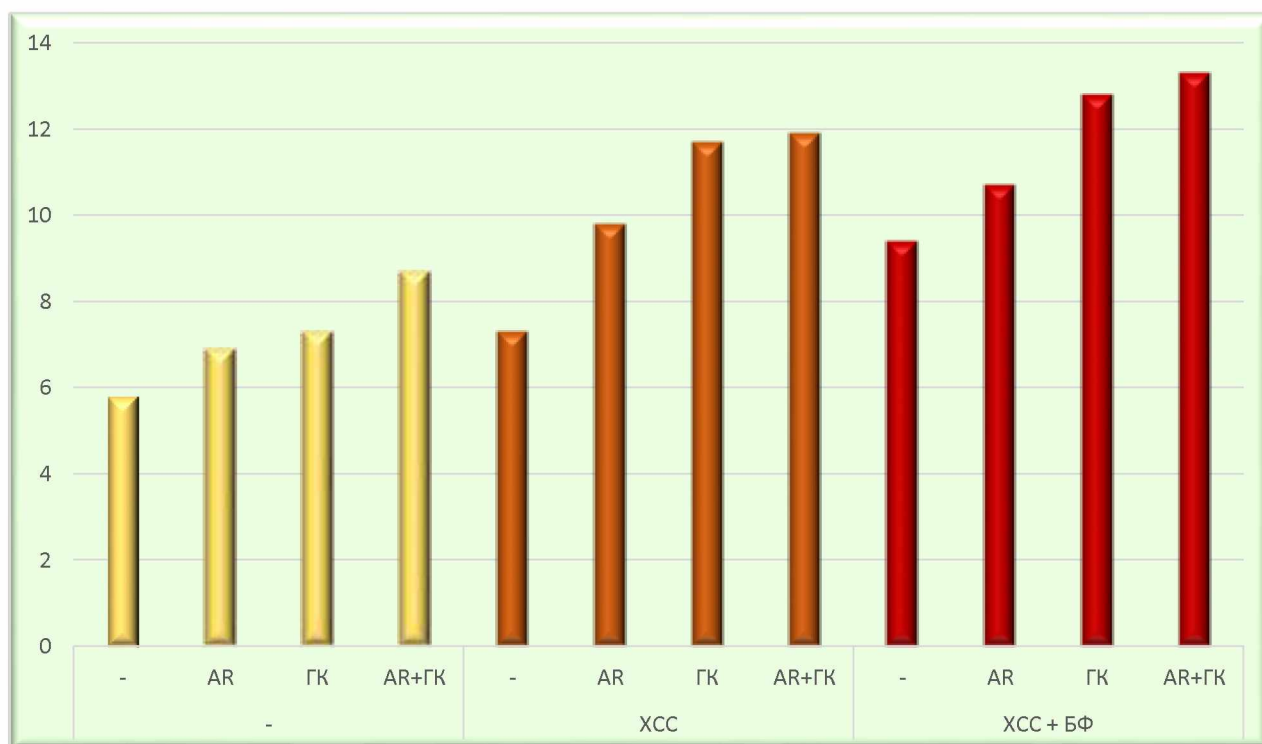


Рис. 3.3. Кількість бобів на 1 рослині залежно від застосування біопрепаратів і біостимуляторів росту рослин, шт. (2023-2024 рр.)

У варіанті обприскування посівів сої ГК у фазі бутонізації значення елементів структури врожаю перевищували контрольний варіант на 1,5 шт., 0,2 шт. і 7,2 г відповідно.

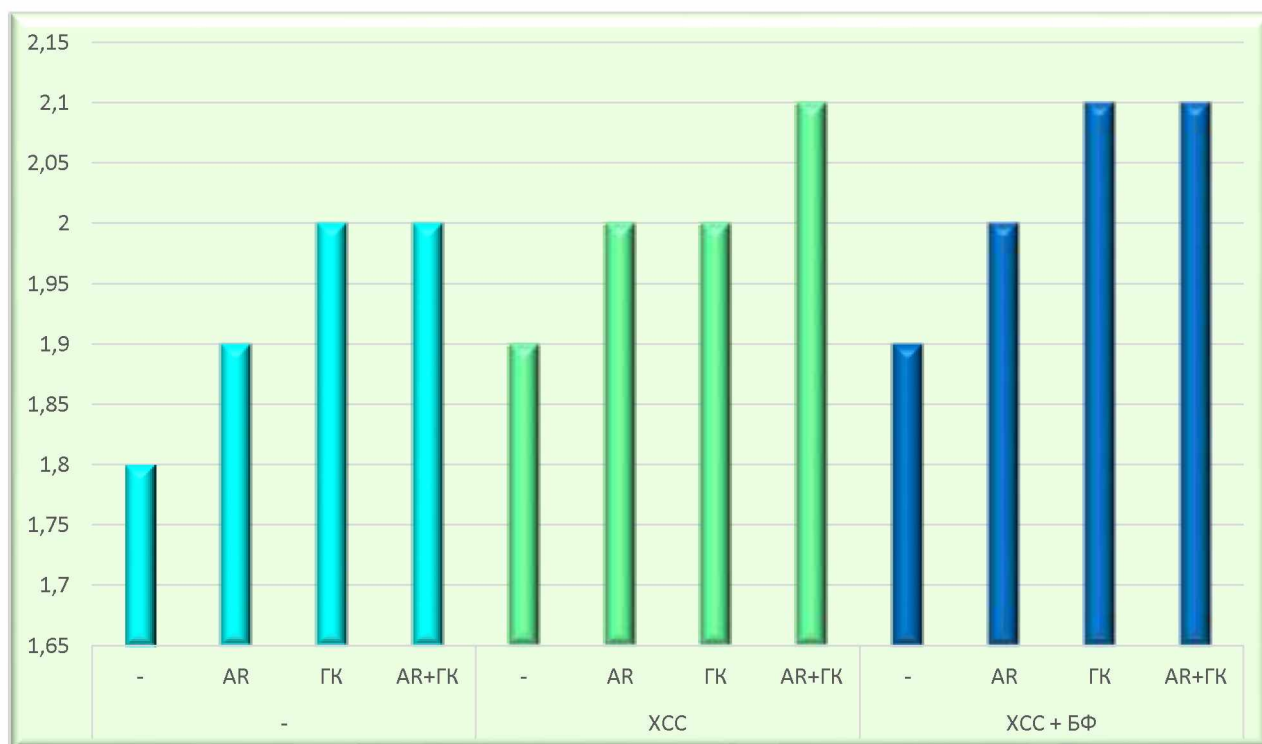


Рис. 3.4. Кількість насінин у 1 бобі залежно від застосування біопрепаратів і біостимуляторів росту рослин, шт. (2023-2024 рр.)

Поєднання застосування АР і ГК покращувало умови для продукування рослинами органічних сполук та перерозподілу їх до генеративних органів у процесі їх розвитку, що виражалося у підвищенні значень досліджуваних структурних елементів врожаю.

У варіантах із застосуванням біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій, кількість бобів, насінин у них, маса 1000 насінин становили 7,3 шт., 1,9 шт., і 123,2 г відповідно проти 5,8 шт., 1,8 шт., і 120,4 г відповідно – на контрольному варіанті.

Інокуляція біопрепаратом на основі азотфіксуючих бактерій у поєднанні із застосуванням ристрегулюючих речовин, покращувала умови накопичення рослинами сої органічних сполук та їх надходження до плодів під час їх

розвитку. Слід відмітити, що застосування ГК виявилось більш ефективним у цьому відношенні.

Застосування комплексу досліджуваних рістрегулюючих речовин у комбінації із інокуляцією насіння біопрепаратом на основі азотфіксуючих бактерій сприяло збільшенню кількості бобів на рослинах, насінин у них і маси 1000 насінин на 6,1 шт., 0,3 шт., і 24,5 г відповідно, порівняно з контрольним варіантом.

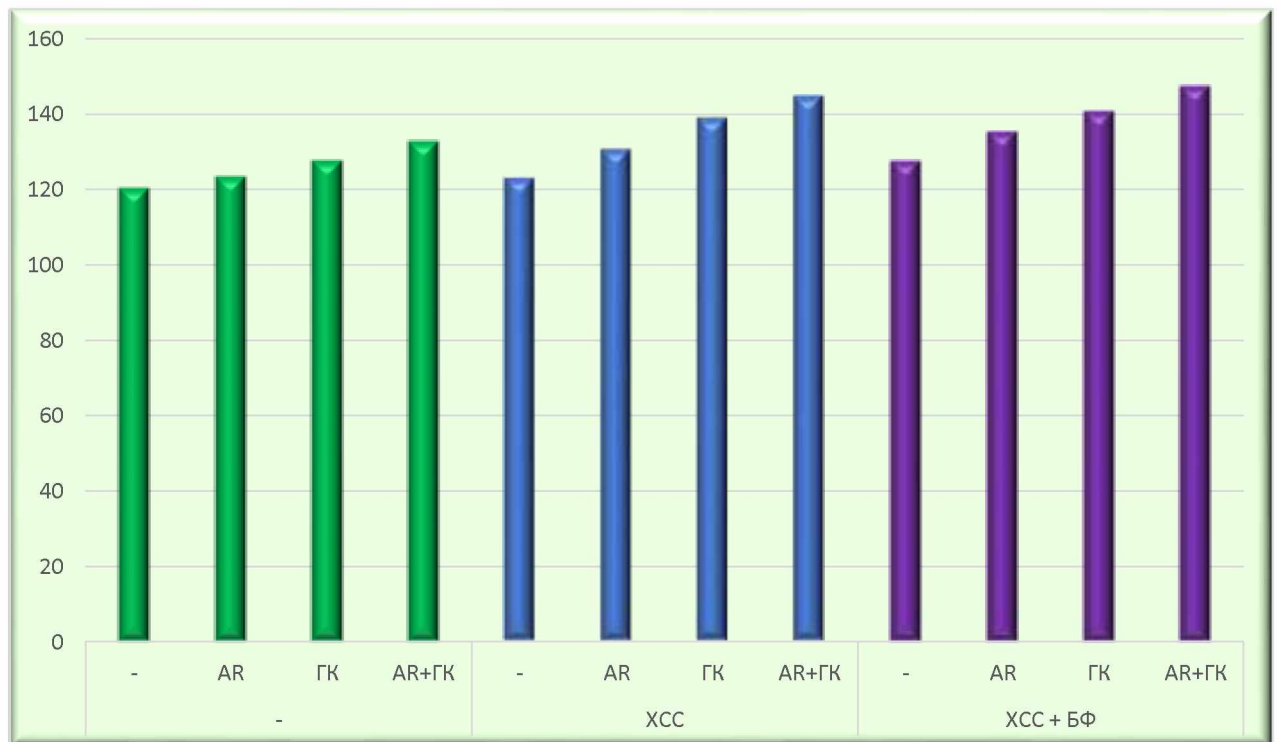


Рис. 3.5. Маса 1000 насінин залежно від застосування біопрепаратів і біостимуляторів росту рослин, г (2023-2024 рр.)

У варіанті інокуляції насіння комплексом азотфіксуючих і фосформобілізуєчих мікроорганізмів значення кількості бобів на рослинах, зерен у них і маси 1000 насінин перевищували контрольний варіант на 62,0 %, азотфіксуючих і фосформобілізуєчих мікроорганізмів і обприскування посівів сої AR і GK покращувало умови для формування елементів врожаю рослин сої. Слід відмітити, що застосування ГК виявилось більш ефективним у цьому відношенні. Найвищі значення показників структурних елементів врожаю

рослин сої були відмічені за комплексного застосування біопрепаратів і рістрегулюючих речовин.

Інтенсивний ріст надземної частини і кореневої системи рослин, достатній розвиток фотосинтезуючої поверхні рослин та посилення її фотосинтетичної активності, сприяли, в свою чергу, збільшенню кількості синтезованих метаболітів і накопичення сухої речовини рослинами, а також збільшенню 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 (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Урожайність сої залежно від застосування біопрепаратів і біостимуляторів росту рослин, т/га (2023-2024 рр.)

Біопрепарати	Біостимулятори росту рослин	Урожайність насіння, т/га		Середнє за 2 роки, т/га
		2023	2024	
-	-	2,21	1,34	1,77
	AR	2,32	1,56	1,94
	ГК	2,41	1,72	2,07
	AR+ГК	2,56	1,83	2,20
ХСС	-	2,27	1,42	1,85
	AR	2,48	1,64	2,06
	ГК	2,63	1,77	2,20
	AR+ГК	2,99	1,98	2,49
ХСС + БФ	-	2,39	1,56	1,97
	AR	3,08	1,78	2,43
	ГК	3,27	1,94	2,61
	AR+ГК	3,34	2,26	2,80

НІР_{0,95}, т/га А – 0,10; В – 0,12; АВ – 0,16

Найвищі значення даного показника (2,80 т/га) були зафіксовані у варіанті комплексного застосування допосівної обробки насіння комплексом біопрепаратів і обприскування посівів під час вегетації рістрегулюючими речовинами.

Інокуляція насіння біопрепаратом на основі азотфіксуючих бактерій забезпечила підвищення урожайності насіння сої на 0,08 т/га.

Прибавка врожаю насіння щодо контролю у варіанті із застосуванням комплексу азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів становила 0,20 т/га.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ І БІОСТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН 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 [84, 85].

Адаптивна та адекватна технологія має чотири характеристики, а саме: вона технічно доцільна, економічно вигідна, соціально прийнятна і нешкідлива для навколишнього середовища [86].

Характеристики економічної доцільності впровадження тієї чи іншої інновації визначатимуть, чи будуть фермери впроваджувати її, виходячи з характеру відносних переваг порівняно із старою технологією [87].

Аналіз економічної доцільності впровадження біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуєчих мікроорганізмів і поєднання їх із застосуванням рістрегулюєчих препаратів був здійснений із врахуванням вартості матеріалів та проведених технологічних операції на базі ціни у 2023-

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 (23800 грн./га) він у контрольному варіанті, найвищим (37200 грн./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. Найвищі її значення були відмічені у варіанті комплексного застосування допосівної обробки насіння комплексом біопрепаратів і обприскування посівів під час вегетації рістрегулюєчими речовинами.

Значення вартості валової продукції та виробничих витрат визначили рівень умовного чистого прибутку, собівартості та рентабельності застосування пропонованих елементів технології вирощування сої (табл. 4.1).

Залежно від факторів, що вивчалися, величина чистого прибутку у технологічному процесі вирощування сої змінювалася у межах 6290-10400 грн./га.

Собівартість вирощеної продукції при цьому становила 12818-13580

Г

р

н

.

/

Таблиця 4.1

**Економічна ефективність застосування біопрепаратів і біостимуляторів
росту рослин у агротехнологічному процесі вирощування сої
(2022-2023 рр.)**

Біопрепарати	Біостимулятори росту рослин	Вартість валової продукції грн./га	Виробничі витрати, грн./га	Умовно- чистий прибуток, грн./га	Собівартість, грн./т	Рентабе- льність, %
Без інокуляції насіння	-	30090	23800	6290	13446	46,78
	AR	32980	25650	7330	13221	55,44
	ГК	35190	26700	8490	12898	65,82
	AR+ГК	37400	28200	9200	12818	71,77
ХСС	-	31450	24600	6850	13297	51,51
	AR	35020	27200	7820	13203	59,23
	ГК	37400	28700	8700	13045	66,69
	AR+ГК	42330	32400	9930	13012	76,31
ХСС + БФ	-	33490	26300	7190	13350	53,86
	AR	41310	33000	8310	13580	61,19
	ГК	44370	35000	9370	13409	69,87
	AR+ГК	47600	37200	10400	13285	78,28

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 застосування допосівної обробки насіння комплексом біопрепаратів і обприскування посівів під час вегетації рістрегулюючими речовинами, де рентабельність виробничого процесу насіння сої сягала рівня 78,28 %.

РОЗДІЛ 5

ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА

Ґрунт є дуже важливим і чутливим ресурсом нації. Для того, щоб задовольнити зростаючі суспільні потреби і для просування продукції рослинництва, використання високих вливань хімічних речовин у ґрунт у вигляді добрив, пестицидів, фунгіцидів, інсектицидів нематоцидів та гербіцидів, поряд з інтенсивним зрошенням, допомогло до певного моменту досягти поставленої мети. Однак зниження врожайності відбулося незважаючи на внесення добрив.

Токсичні хімікати впливають на життєдіяльність корисних ґрунтових мікроорганізмів, які, власне, і відповідають за підтримання родючості ґрунту. Крім того, підземні води, повітря, здоров'я людей і тварин також зазнали негативного прямого чи опосередкованого впливу хімічних речовин. Тому збереження здоров'я ґрунту є дуже важливим.

Відмова від хімічних добрив і використання природних добрив, таких як біодобрива, біогумус, сидерати і біопестициди, а також підживлення ґрунту і навколишнього середовища, може бути стійким підходом до продуктивності сільськогосподарських культур.

З метою підвищення якості врожаю та задоволення світового попиту на продукти харчування, хімічні препарати, що вносяться як добрива та пестициди у відповідних кількостях, є важливими ресурсами для управління продовольчими ресурсами в сільському господарстві. З іншого боку, при надмірному і непропорційному використанні неорганічних добрив і пестицидів існують шкідливі аспекти їхнього впливу на навколишнє середовище, які не можна ігнорувати. Вони тривалий час зберігаються в ґрунті та атмосфері і впливають на різні біотичні та абіотичні фактори. Надмірна кількість агрохімікатів у ґрунті, промислових хімікатів, мікроелементів та міських відходів потрапляють у ґрунт через атмосферні осадження, захоронення відходів, промислових стоків та прямого внесення [88].

Забруднення ґрунту призводить до зменшення біорізноманіття та родючості, а отже, до погіршення його здоров'я внаслідок перешкоджання розпаду органічної речовини ґрунту та зміни кругообігу поживних речовин.

Забруднення ґрунту, таким чином, знижує врожайність сільськогосподарських культур і впливає на безпеку харчових продуктів, особливо коли біоконцентровані забруднювачі потрапляють до організмів у харчових ланцюгах. Рослини також можуть поглинати забруднювачі через коріння або листя. Тривале споживання заражених продуктів харчування, в тому числі людьми, може спричинити захворювання та призвести до смерті [5]. Зокрема, урбанізація призводить до забруднення ґрунтів у приміських зонах, які мають справу з міським повітрям осадженням забруднень та утилізацією твердих побутових відходів [89].

Кислотні дощі знижують стабільність агрегатного стану ґрунту, а це, в свою чергу впливає на ґрунтові мікроорганізми та їх ферментативну активність, збільшує ерозію ґрунту та рухомість поживних речовин, що призводить до втрати поживних речовин [90]. Забруднення ґрунтів також пов'язане з якістю води, що використовується для зрошення, і з повеннями

Накопичення в атмосфері промислових відходів та використання стічних вод для зрошення, забруднення ґрунтів мікроелементами є поширеним явищем у приміських зонах [91]. На надходження мікроелементів безпосередньо впливають кореневі виділення рослин і діяльність ґрунтових мікроорганізмів. Внаслідок високої чутливості ґрунтових мікроорганізмів до надмірних концентрацій мікроелементів, у кінцевому рахунку зменшується біорізноманіття та знижується родючість ґрунту [92]. Більше того, через їх близьку спорідненість з органічною речовиною, мікроелементи накопичуються в поверхневих органічних відкладеннях і пасивно поглинаються рослинами з потоком води [93].

Дослідження задокументували накопичення мікроелементів у сільськогосподарських продуктах з більш високими рівнями концентрації в стеблах і листі аніж у плодах та насінні [94].

Інтенсивне вирощування та монокультура сприяли значному збільшенню використання агрохімікатів та залежності від них. Забруднення ґрунту добривами та пестицидами є наслідком неадекватного управління поживними речовинами в поєднанні з неправильною боротьбою зі шкідниками та бур'янами. Крім того, оскільки їхня поведінка в навколишньому середовищі, і особливо в харчовому ланцюгу, не є всебічно вивченою, викликає занепокоєння доля метаболітів пестицидів [95]. Зростання чисельності населення підвищує ризик забруднення ґрунту. Таким чином, захист харчових продуктів знаходиться під загрозою внаслідок присутності токсинів і пов'язані з цим ризики біоаккумуляції.

Забруднення ґрунтів призводить до зниження врожайності сільськогосподарських культур і перетворення продуктивних сільськогосподарських земель на непродуктивні через зниження родючості ґрунту та зменшення ґрунтового біорізноманіття. Як наслідок, це впливає на доступність та стабільність продовольчої безпеки. Доступність продовольства ускладнюється масштабами та просторовим розподілом забруднення ґрунтів, яке, особливо в міських та приміських районах, обмежує доступ до продовольства.

Здорові ґрунти - передумова сталої продовольчої безпеки. Здоров'я ґрунту визначається як здатність живого ґрунту функціонувати в межах природних або регульованих екосистем, зберігати продуктивність рослин і тварин, покращувати якість води і повітря, а також сприяти здоров'ю рослин і тварин. Таким чином, здоров'я ґрунту є багатовимірною та цілісно життєво важливою характеристикою ґрунту, яка формує основу для виробництва здорових продуктів харчування, тим самим сприяючи місцевій і глобальній продовольчій безпеці [96].

Шкідливий вплив хімічних добрив сам по собі починається з переробки хімічних речовин, де побічними продуктами є певні шкідливі хімічні речовини або гази, які спричиняють забруднення повітря. І це також спричиняє забруднення води, коли відходи від промислових підприємств скидаються без

очищення у прилеглі водойми. Це також включає в себе найбільш згубний вплив накопичення хімічних відходів у водоймах, тобто відбувається евтрофікація води. А їх постійне використання, при внесенні в ґрунт, погіршує здоров'я та якість ґрунту, тим самим спричиняючи його забруднення. Тому його постійне використання без вжиття будь-яких заходів для зменшення або розумного використання одного дня виснажить усі природні ресурси і поставить під загрозу всьому життю на Землі [97].

Негативний вплив цих синтетичних хімікатів на здоров'я людини і навколишнє середовище можна зменшити або усунути шляхом впровадження нових сільськогосподарських технологічних практик, включаючи використання органічних речовин, таких як гній, біодобрива, біопестициди, добрива з повільним вивільненням, нанодобрива тощо, а також відмови від хімічно інтенсивного вирощування сільськогосподарських культур.

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 (протигаз, 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. Застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів, рістрегулюючих препаратів та їх поєднання 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 застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів під час інокуляції насіння та рістрегулюючих препаратів на основі гумінових і амінокислот у період вегетації.

2. Величина листкової поверхні посівів, продуктивність її фотосинтетичної діяльності визначалися впливом досліджуваних факторів та їх взаємодією. Найвищі їх параметри були забезпечені у варіанті комплексного застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів під час інокуляції насіння та рістрегулюючих препаратів на основі гумінових і амінокислот у період вегетації.

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 застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів під час інокуляції насіння та рістрегулюючих препаратів на основі гумінових і амінокислот у період вегетації.

4. Комплексне застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів під час інокуляції насіння та рістрегулюючих препаратів на основі гумінових і амінокислот у період вегетації забезпечило отримання 2,80 т/га насіння сої із рентабельністю його виробництва на рівні 78,28 %.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

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 комплексне застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів під час інокуляції насіння та рістрегулюючих препаратів на основі гумінових і амінокислот у період вегетації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Commission E. EU Agricultural Outlook for Marketsm – income and environment. 2021–2031. 2021.
2. Messina M. J. Legumes and soybeans: overview of their nutritional profiles and health effects. *Am. J. Clin. Nutr.* 70. 1999. 439–450. <https://doi.org/10.1093/ajcn/70.3.439s>
3. Jenkins D. J. Soy protein reduces serum cholesterol by both intrinsic and food displacement mechanisms. *J. Nutr.* 2010. 140. 2302–2311. <https://doi.org/10.3945/jn.110.124958>
4. Taku K. Effects of soy isoflavone extract supplements on blood pressure in adult humans: Systematic review and metaanalysis of randomized placebo-controlled trials. *J. Hypertens.* 2010. 28 1971–1982. <https://doi.org/10.1097/HJH.0b013e32833c6edb>
5. Yan Z., Zhang X., Li C., Jiao S., Dong W. Association between consumption of soy and risk of cardiovascular disease: A meta-analysis of observational studies. *Eur. J. Prevent. Cardiol.* 2017. 24. 735–747. <https://doi.org/10.1177/2047487316686441>
6. Faostat. Food and Agricultural Organisation of the United Nations, Rome, Italy, 2022.
7. S
8. van Loon M. P. Grain legume production in Europe for food, feed and meat-
9. Yamaguchi N., Ohnishi S., Miyoshi T. Screening for chilling-tolerant soybeans at the flowering stage using a seed yield- and maturity-based evaluation method. *Crop Sci.* 2018 58. 312–320. <https://doi.org/10.2135/cropsci2017.06.0392>
10. Long S. P., Humphries S., Falkowski P. G. Photoinhibition of photosynthesis in nature. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 1994. 45. 633–662. <https://doi.org/10.1146/annurev.pp.45.060194.003221>

E

i

o

11. Santini M., Noce S., Antonelli M., Caporaso L. Complex drought patterns robustly explain global yield loss for major crops. *Sci. Rep.* 2022. 12. 5792–5792. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-09611-0>
12. Montes, C. M. et al. High-throughput characterization, correlation, and mapping of leaf photosynthetic and functional traits in the soybean (*Glycine max*) nested association mapping population. *Genetics.* 2022. <https://doi.org/10.1093/genetics/iyac065>
13. de Visser C.L.M., Schreuder R., Stoddard F. Te EU's dependency on soya bean import for the animal feed industry and potential for EU produced alternatives. *Oilseeds Fats Crops Lipids.* 2014. 21. 407. <https://doi.org/10.1051/ocl/2014021> (2014).
14. Eriksson D. A comparison of the EU regulatory approach to directed mutagenesis with that of other jurisdictions, consequences for international trade and potential steps forward. *New Phytol.* 2019. 222. 1673–1684. <https://doi.org/10.1111/nph.15627>
15. European C., Development D.G.A., Rural. Short-term outlook for EU agricultural markets, Spring 2022.
16. Shahbandeh M. Forecast volume of pig meat consumed in the European Union (EU-27) from 2015 to 2031.
17. Sudarić A., Matosa Kocar M., Duvnjak T., Zdunić Z., Markulj Kulundžić A. In soybean for human consumption and animal feed. *InteChopen.* 2019. 23–61.
18. Liener I. E. Implications of antinutritional components in soybean foods. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 1994. 34. 31–67.
19. Hertzler S.R., Lieblein-Bof J.C., Weiler M., Allgeier C. Plant proteins: Assessing their nutritional quality and effects on health and physical function. *Nutrients.* 2020. 12. 1–27. <https://doi.org/10.3390/nu12123704>
20. Rotundo J.L., Miller-Garvin J.E., Naeve S.L. Regional and temporal variation in soybean seed protein and oil across the United States. *Crop Sci.* 2016. 56. 797–808. <https://doi.org/10.2135/cropsci2015.06.0394>

21. Zhang D. Elevation of soybean seed oil content through selection for seed coat shininess. *Nat. Plants*. 2018. 4. 30–35. <https://doi.org/10.1038/s41477-017-0084-7>
22. Hacisalihoglu G., Settles A.M. Quantification of seed isoflavone variation in 90 diverse soybean (*Glycine max*) lines. *J. Plant Nutr.* 2017. 40. 2808–2817. <https://doi.org/10.1080/01904167.2017.1382528>
23. Messina M., Messina V. The role of soy in vegetarian diets. *Nutrients*. 2010. 2. 855–888. <https://doi.org/10.3390/nu2080855>
24. Murray-Kolb L.E., Welch R., Teitelbaum E.C., Beard J.L. Women with low iron stores absorb iron from soybeans. *Am. J. Clin. Nutr.* 2003. 77. 180–184. <https://doi.org/10.1093/ajcn/77.1.180>
25. Rizzo G., Baroni L. Soy, soy foods and their role in vegetarian diets. *Nutrients*. 2018. <https://doi.org/10.3390/nu10010043>
26. Gupta S.K., Manjaya J.G. Advances in improvement of soybean seed composition traits using genetic, genomic and biotechnological approaches. Springer, New York, Vol. 2022. 218.
27. Sakkas P., Royer E., Smith S., Oikeh I., Kyriazakis I. Combining alternative processing methods for European soybeans to be used in broiler diets. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 2019. 253. 45–55.
28. Liener I.E. Implications of antinutritional components in soybean foods. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 1994. 34. 31–67.
29. Sakkas P., Royer E., Smith S., Oikeh I., Kyriazakis, I. Combining alternative processing methods for European soybeans to be used in broiler diets. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 2019. 253. 45–55.
30. Gu C., Pan H., Sun, Z., Qin G. Effect of soybean variety on anti-nutritional factors content, and growth performance and nutrients metabolism. *Int. J. Mol. Sci.* 2010. 11. 1048–1056. <https://doi.org/10.3390/ijms11031048>
31. Krishnan H.B., Kim W.-S., Jang S., Kerley M.S. All three subunits of soybean β -conglycinin are potential food allergens. *J. Agric. Food Chem.* 2009. 57. 938–943. <https://doi.org/10.1021/jf802451g>

32. L'Hocine L., Boye, J.I. Allergenicity of soybean: New developments in identification of allergenic proteins, cross-reactivities and hypoallergenization technologies. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2007. 47. 127–143.
- 33.3. Jenkins D. J. Soy protein reduces serum cholesterol by both intrinsic and food displacement mechanisms. *J. Nutr.* 2010. 140. 2302–2311. <https://doi.org/10.3945/jn.110.124958>
34. Harland J.I. Food combinations for cholesterol lowering. *Nutr. Res. Rev.* 2012. 25. 249–266. <https://doi.org/10.1017/S0954422412000170>
35. Rowland I. Bioavailability of phyto-oestrogens. *Br. J. Nutr.* 2003. 89. 45–58. <https://doi.org/10.1079/BJN2002796>
- 36.65. Yamaya A., Endo Y., Fujimoto K., Kitamura K. Effects of genetic variability and planting location on the phytosterol content and composition in soybean seeds. *Food Chem.* 2007. 102. 1071–1075. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.07.001>
37. Gerde J. A. In *bailey's industrial oil and fat products*. 2020. 1–68.
38. Saini R.K., Keum Y.S. Omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids: Dietary sources, metabolism, and significance – A review. *Life Sci.* 2018. 203. 255–267. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2018.04.049>
39. Turquetti-Moraes D.K., Moharana K.C., Almeida-Silva F., Pedrosa-Silva F., Venancio T.M. Integrating omics approaches to discover and prioritize candidate genes involved in oil biosynthesis in soybean. *Gene.* 2022. 808. 145976–145976. <https://doi.org/10.1016/j.gene.2021.145976>
40. Fehr W.R. Breeding for modified fatty acid composition in soybean. *Crop Sci.* 2007. 47. 87. <https://doi.org/10.2135/cropsci2007.04.0004IPBS>
41. Chalupa-Krebzdak S., Long C.J., Bohrer B.M. Nutrient density and nutritional value of milk and plant-based milk alternatives. *Int. Dairy. J.* 2018. 87. 84–92. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2018.07.018>
42. de Visser C.L.M., Schreuder R., Stoddard F. EU's dependency on soya bean import for the animal feed industry and potential for EU produced alternatives. *Oilseeds Fats Crops Lipids.* 2014. 21. 407–407.

43. Agnoli C. Position paper on vegetarian diets from the working group of the Italian Society of Human Nutrition. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.* 2017. 27. 1037–1052. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2017.10.020>
44. Carbonaro M., Maselli P., Nucara A. Relationship between digestibility and secondary structure of raw and thermally treated legume proteins: A Fourier transform infrared (FT-IR) spectroscopic study. *Amino Acids.* 2012. 43. 911–921. <https://doi.org/10.1007/s00726-011-1151-4>
45. Noctor G., De Paepe R., Foyer C.H. Mitochondrial redox biology and homeostasis in plants. *Trends in Plant Sci.* 2007. 12. 125–134. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2007.01.005>
46. Li Z., Wakao S., Fischer B.B., Niyogi K.K. Sensing and responding to excess light. *Annu Rev Plant Biol.* 2009. 60. 239–260. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.58.032806.103844>
47. Farooq M.A., Niazi A.K., Akhtar J., Farooq M., Souri Z., Karimi N. et al (2019) Acquiring control: The evolution of ROS-induced oxidative stress and redox signaling pathways in plant stress responses. *Plant Physiol and Biochem.* 2019. 141. 353–369.
48. Gill S.S., Tuteja N. (2010) Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant Physiol and Biochem.* 2010. 48. 909–930. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2010.08.016>
49. Gechev T.S., Van Breusegem F., Stone J.M., Denev I., Laloi C. (2006) Reactive oxygen species as signals that modulate plant stress responses and programmed cell death. *BioEssays.* 2006. 28. 1091–1101. <https://doi.org/10.1002/bies.20493>
50. Arnao M.B., Hernandez-Ruiz J. Melatonin promotes adventitious- and lateral root regeneration in etiolated hypocotyls of *Lupinus albus* L. *J Pineal Res.* 2007. 42. 147–152. <https://doi.org/10.1111/j.1600-079X.2006.00396.x>
51. Hildebrandt T.M., Nesi A.N., Araujo W.L., Braun H.P. Amino acid catabolism in plants. *Mol Plant.* 2015. 8. 1563–1579.
52. Tan D.X., Hardeland R., Manchester L.C., Korkmaz A., Ma S.R., Rosales-

- Corral S. (2012) Functional roles of melatonin in plants, and perspectives in nutritional and agricultural science. *J Exp Bot.* 2012. 63. 577–597. <https://doi.org/10.1093/jxb/err256>
53. Havaux M., Eymery F., Porfirova S., Rey P., Dormann P. Vitamin E protects against photoinhibition and photooxidative stress in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell.* 2005. 17. 3451–3469.
54. Munne-Bosch S. The role of alpha-tocopherol in plant stress tolerance. *J Plant Physiol.* 2005. 162. 743–748. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2005.04.022>
55. Suarez-Jimenez G.M., Lopez-Saiz C.M., Ramirez-Guerra H.E., Ezquerra-Brauer J.M., Ruiz-Cruz S., Torres-Arreola W. Role of endogenous and exogenous tocopherols in the lipid stability of marine oil systems: A Review. *Int J Mol Sci.* 2016. 17. 1968. <https://doi.org/10.3390/ijms17121968>
56. Colinas M., Fitzpatrick T.B. (2015) Nature's balancing act: examining biosynthesis de novo, recycling and processing damaged vitamin B metabolites. *Curr Opin Plant Biol.* 2015. 25. 98–106.
57. Lukienko P.I., Mel'nichenko N.G., Zverinskii I.V., Zabrodskaya S.V. Antioxidant properties of thiamine. *Bull Exp Biol Med.* 2000. 130. 874–876. <https://doi.org/10.1007/Bf02682257>
58. Lamberto I., Percudani R., Gatti R., Folli C., Petrucco S. Conserved alternative splicing of *Arabidopsis* transthyretin-like determines protein localization and S-Allantoin synthesis in peroxisomes. *Plant Cell.* 2010. 22. 1564–1574. <https://doi.org/10.1105/tpc.109.070102>
59. Fahad S., Khan F.A., Pandupuspitasari N., Hussain S., Khan I.A., Saeed M. Suppressing photorespiration for the improvement in photosynthesis and crop yields: A review on the role of S-allantoin as a nitrogen source. *J Environ Manage.* 2019. 237. 644–651. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.03.117>
60. Nourimand M., Todd C.D. (2016) Allantoin increases cadmium tolerance in *Arabidopsis* via activation of antioxidant mechanisms. *Plant Cell Physiol.*

2016. 57. 2485–2496. <https://doi.org/10.1093/pcp/pcw162>
61. Taheri P., Tarighi S. (2011) A survey on basal resistance and riboflavin-induced defense responses of sugar beet against *Rhizoctonia solani*. *J Plant Physiol.* 2011. 168. 1114–1122. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2011.01.001>
62. Panche A.N., Diwan A.D., Chandra S.R. (2016) Flavonoids: an overview. *J Nutr Sci.* 2016. 5e47. <https://doi.org/10.1017/jns.2016.41>
63. Li L.J., Tan W.S., Li W.J., Zhu Y.B., Cheng Y.S., Ni H. Citrus taste modification potentials by genetic engineering. *Int J Mol Sci.* 2019. 20. 6194. <https://doi.org/10.3390/ijms20246194>
64. Gorlach J., Volrath S., Knauf-Beiter G., Hengy G., Beckhove U., Kogel K.H. (1996) Benzothiadiazole, a novel class of inducers of systemic acquired resistance, activates gene expression and disease resistance in wheat. *Plant Cell.* 1996. 8. 629–643. <https://doi.org/10.1105/tpc.8.4.629>
65. Choudhury F.K., Rivero R.M., Blumwald E., Mittler R. (2017) Reactive oxygen species, abiotic stress and stress combination. *Plant J.* 2017. 90. 856–867. <https://doi.org/10.1111/tpj.13299>
66. Huang B., Chen Y.E., Zhao Y.Q., Ding C.B., Liao J.Q., Hu C. Exogenous melatonin alleviates oxidative damages and protects photosystem II in maize seedlings under drought stress. *Front in Plant Sci.* 2019. 10. 677. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00677>
67. Zhang Y., Yang S., Chen Y. Effects of melatonin on photosynthetic performance and antioxidants in melon during cold and recovery. *Biol Plant.* 2017. 61. 571–578. <https://doi.org/10.1007/s10535-017-0717-8>
68. Lin Y.H., Pan K.Y., Hung C.H., Huang H.E., Chen C.L., Feng T.Y. Overexpression of ferredoxin, PETF, enhances tolerance to heat stress in *Chlamydomonas reinhardtii*. *Int J Mol Sci.* 2013. 14. 20913–20929
69. Erlejman A.G., Verstraeten S.V., Fraga C.G., Oteiza P.I. The interaction of flavonoids with membranes: Potential determinant of flavonoid antioxidant effects. *Free Radic Res.* 2004. 38. 1311–1320. <https://doi.org/10.1080/10715760400016105>

70. Aarti P.D., Tanaka R., Tanaka A. Effects of oxidative stress on chlorophyll biosynthesis in cucumber (*Cucumis sativus*) cotyledons. *Physiol Plant*. 2006. 128. 186–197. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2006.00720.x>
71. Altuntas C., Demiralay M., Muslu A.S., Terzi R. Proline-stimulated signaling primarily targets the chlorophyll degradation pathway and photosynthesis associated processes to cope with short-term water deficit in maize. *Photosynth Res*. 2020. 144. 35–48. <https://doi.org/10.1007/s11120-020-00727-w>
72. Chen Z., Cao X.L., Niu J.P. Effects of exogenous ascorbic acid on seed germination and seedling salt-tolerance of alfalfa. *PLoS ONE*. 2021. 16. 0250926. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0250926>
73. Xu Y., Xu Q., Huang B.R. Ascorbic acid mitigation of water stress-inhibition of root growth in association with oxidative defense in tall fescue (*Festuca arundinacea* v. Schreb.). *Front in Plant Sci*. 2015. 6. 807. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00807>
74. Zhang K.P., Wang G.Y., Bao M.C., Wang L.C., Xie X.Y. (2019a) Exogenous application of ascorbic acid mitigates cadmium toxicity and uptake in Maize (*Zea mays* L.). *Environ Sci Pollut Res*. 2019. 26. 19261–19271. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05265-0>
75. Dinler B.S., Demir E., Kompe Y.O. Regulation of auxin, abscisic acid and salicylic acid levels by ascorbate application under heat stress in sensitive and tolerant maize leaves. *Acta Biol Hung*. 2014. 65. 469–480. <https://doi.org/10.1556/ABiol.65.2014.4.10>
76. Watanabe S., Matsumoto M., Hakomori Y., Takagi H., Shimada H., Sakamoto A. The purine metabolite allantoin enhances abiotic stress tolerance through synergistic activation of abscisic acid metabolism. *Plant Cell Environ*. 2014. 37. 1022–1036. <https://doi.org/10.1111/pce.12218>
77. Olds C.L., Glennon E.K.K., Luckhart S. Abscisic acid: new perspectives on an ancient universal stress signaling molecule. *Microbes Infect*. 2018. 20. 484–492. <https://doi.org/10.1016/j.micinf.2018.01.009>

78. Ramirez L., Bartoli C.G., Lamattina L. (2013) Glutathione and ascorbic acid protect *Arabidopsis* plants against detrimental effects of iron deficiency. *J Exp Bot.* 2013. 64. 3169–3178. <https://doi.org/10.1093/jxb/ert153>
79. El-Beltagi H.S., Mohamed H.I., Sofy M.R. Role of ascorbic acid, glutathione and proline applied as singly or in sequence combination in improving chickpea plant through physiological change and antioxidant defense under different levels of irrigation intervals. *Molecules.* 2020. 25. 1702. <https://doi.org/10.3390/molecules25071702>
80. Selvakumar G., Lenin M., Thamizhiniyan P., Ravimycin T. Response of biofertilizers on the growth and yield of Blackgram (*Vigna mungo* L.). *Recent Research in Science and Technology.* 2009. 1(4). 169–175.
81. Pramanik K., Bera A. K. (2012). Response of biofertilizers and phytohormone on growth and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Crop and Weed.* 2012. 8(2). 45–49.
82. Rana M.M., Chowdhury A.K.M.S.H., Bhuiya M.S.U. Effects of plant population and biofertilizers on the growth parameters of three summer mungbean (*Vigna radiata* L.). cultivars bangladesh *J. Agril. Res.* 2011. 36(3). 537–542.
83. Мойсейченко В.Ф., Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ. Вищ. шк., 1994. 334.
84. Swastika D.K.S. Beberapa teknik analisis dalam penelitian dan pengkajian teknologi pertanian. *J. Pengkaj. Dan Pengemb. Teknol. Pertan.* 2004. 7. 90–103.
85. 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.
86. Saragih B. Peranan teknologi tepat guna dalam pembangunan sistem Agribisnis Kerakyatan dan Berkelanjutan; Seminar II Teknologi Tepat Guna: Bandung, Indonesia, 2000.

87. Rogers E.M. Diffusion of Innovation, 5th ed.; The Free Press: A Division Of Simon & Schuster, Inc.1230: New York, NY, USA, 2003.
88. Chen J. Rapid urbanization in China: a real challenge to soil protection and food security. *Catena*. 2007. 69. 1–15.
89. Edwards C.A. Assessing the effects of environmental pollutants on soil organisms, communities, processes. 2002.
90. Neina D. The role of soil pH in plant nutrition and soil remediation. *Appl. Environ. Soil Sci*. 2019. 5794869
91. Zhao Y.F., Shi X.Z., Huang B., Yu D.S., Wang H.J., Sun W.X., Öboern I., Blombäck K. Spatial distribution of heavy metals in agricultural soils of an industrybased peri-urban area in Wuxi, China. *Pedosphere*. 2007. 17. 44–51.
92. Lenart-Boroń A., Boroń, P. 2014. The effect of industrial heavy metal pollution on microbial abundance and diversity in soils—a review. *Actinomycetes*, 2014. 1012. 107–108.
93. Bradl H.B. Adsorption of heavy metal ions on soils and soils constituents. *J Colloid Interface Sci*. 2004. 277(1). 1–18.
94. Mclaughlin M.J., Tiller K.G., Naidu R., Stevens D.P. Review: the behaviour and environmental impact of contaminants in fertilizers. *Aust J Soil Res*. 1996. 34. 1–54.
95. Arias-Estévez M., López-Periago E., Martínez-Carballo E., SimalGándara J., Mejuto J.C., García-Río L. The mobility and degradation of pesticides in soils and the pollution of groundwater resources. *Agric Ecosyst Environ*. 2008. 123. 247–260.
96. Tahat M., Alananbeh K., Othman Y., Leskovar D. Soil yealth and sustainable agriculture. *Sustainability*. 2020. 12. 4859.
97. Li D.P., Wu Z.J. Impact of chemical fertilizers application on soil ecological environment. *Chinese Journal of Applied Ecology*. 2008. 19. 1158–1165.

**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 Олепир Р. В., Сокол А. Я.	120
Вплив побічної продукції на урожайність і якість зерна кукурудзи Олепир 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 Олепир 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 ізофлавіони, 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 листової 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+B 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+B) 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+B). 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+B 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

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

Селіванов С.В. Вивчення впливу біопрепаратів і біостимуляторів росту рослин на урожайність сої (*Glycine max* Moench)

Дипломна робота на здобуття СВО Магістр.

Кваліфікація: магістр з агрономії за освітньо-професійною програмою Еколого-економічне рослинництво

Обсяг магістерської роботи: 72 с., 6 табл., 5 рис., 2 додатки, 98 літературних джерел.

Об'єкт досліджень: ріст і розвиток рослин, динаміка формування листкової поверхні, наростання свіжої і сухої маси рослин, величина елементів продуктивності рослин та урожайність насіння сої залежно від застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів поєднання із застосуванням рістрегулюючих препаратів .

Мета роботи: визначення впливу біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів поєднання із застосуванням рістрегулюючих препаратів на процеси росту і розвитку рослин, формування їх елементів продуктивності і величину урожайності насіння сої.

Результати та їх новизна: наукове обґрунтування комплексного застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів та їх поєднання із застосуванням рістрегулюючих препаратів як способу покращання поживного режиму рослин та підвищення їх стійкості до впливу несприятливих чинників навколишнього середовища.

Основні наукові та практичні результати: Вивчено вплив застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів та їх поєднання із застосуванням рістрегулюючих препаратів на ріст і розвиток рослин, формування листкової поверхні, інтенсивність накопичення надземної органічної біомаси, величину елементів продуктивності рослин, урожайність насіння сої.

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 комплексне застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів під час інокуляції насіння та рістрегулюючих препаратів на основі гумінових і амінокислот у період вегетації.

Перелік ключових слів: соя, урожайність насіння, біопрепарати, азотфіксуючі і фосформобілізуючі макроорганізми, рістрегулюючі препарати, гумінові, амінокислоти.