

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

**Кафедра рослинництва**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на тему:**

**«УРОЖАЙНІСТЬ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД  
ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ І  
БІОСТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ»**

Виконала: здобувач вищої освіти  
за ОПП Екологічне рослинництво  
спеціальності 201 Агрономія  
Ступеня вищої освіти магістр  
заочної форми навчання  
**Понятенко Альона Олексіївна**

**Керівник: Єремко Людмила Сергіївна канд. с.-г.  
наук, доцент кафедри рослинництва**

**Рецензент: Міщенко Олег Вікторович, канд. с.-г.  
наук, професор кафедри землеробства і агрохімії ім.  
В.І. Сазанова**

**Полтава – 2022 рік**

## ЗМІСТ

ст.

<b>ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ</b> .....	5
<b>РОЗДІЛ 1. РОЛЬ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА БІОСТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН У ФОРМУВАННІ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ</b>	
1.1. Роль елементів мінерального живлення у формування продуктивності сої.....	9
1.2. Вплив біостимуляторів росту рослин на формування продуктивності сої.....	14
<b>РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>	
2.1. Ботанічна характеристика сої.....	21
2.2. Біологічні особливості сої.....	23
<b>РОЗДІЛ 3. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>	
3.1. Характеристика ґрунтових умов місця проведення досліджень.....	26
3.2. Погодні умови місця проведення досліджень .....	27
3.3. Методика проведення досліджень .....	29
3.4. Агротехніка вирощування сої.....	31
<b>РОЗДІЛ 4. ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА БІОСТИМУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ</b> .....	
4.1. Ріст і розвиток рослин сої залежно від застосування мінеральних добрив та біостимуляторів росту рослин.....	36
4.2. Фотосинтетична діяльність сої залежно від застосування мінеральних добрив та біостимуляторів росту рослин.....	37
4.3. Формування симбіотичного апарату сої залежно від застосування мінеральних добрив та біостимуляторів росту рослин.....	41
4.4. Продуктивність сої залежно від застосування мінеральних добрив та біостимуляторів росту рослин .....	43
<b>РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ БІОСТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН У АГРОТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЦЕСІ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ</b> .....	46
<b>РОЗДІЛ 6. ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА</b> .....	48
<b>РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ</b> .....	52
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	54
<b>РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ</b> .....	55
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	56
<b>ДОДАТКИ</b> .....	65





## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Соя є стратегічною культурою світового землеробства, що відіграє вирішальне значення у подоланні проблеми кормового і харчового білку рослинного походження, який за біологічною цінністю та амінокислотним складом наближається до білку тваринного походження.

Висока харчова цінність робить її незамінною культурою, яка займає 6 місце в рейтингу показників врожайності та посівних площ.

Соя має неабияку цінність у сільському господарстві як джерело високоякісного рослинного білка та рослинних олій. Насіння сої містить 40-45% білка, 20-26% вуглеводів, 20-22% олії, велику кількість кальцію, фосфору, вітамінів та мінеральних речовин.

Білок сої визнаний у світі як стандарт білку рослинного походження, що відіграє ключову роль у харчовій промисловості і кормовиробництві. Разом з тим він є сировиною у процесі виробництва препаратів, що стимулюють діяльність центральної нервової системи, покращують роботу головного мозку, поліпшують хімічний склад крові, застосовуються у лікуванні діабету і променевої хвороби, сприяють виведенню із організму радіонуклідів.

За рахунок унікальної біологічної особливості рослин сої, як зернобобової культури вступати у симбіотичні взаємовідносини із бульбочковими бактеріями-азотфіксаторами та накопичувати у ґрунті до 150-200 кг/га біологічного азоту, вона є цінною складовою класичних для відтворення ґрунтової родючості, сівозмін.

### **Актуальність теми.**

Формування високопродуктивних агрофітоценозів сої є неможливим без забезпечення необхідними поживними речовинами впродовж вегетаційного періоду.

Передпосівна інокуляція насіння покращує формування симбіотичного апарату на коренях рослин, що сприяє більш інтенсивному їх росту. Бульбочкові бактерії, що вступають з ними в симбіотичні відносини і

формують симбіотический апарат, забезпечують рослини додатковими легкозасвоюваними формами азоту.

Регулятори росту рослин відіграють важливу роль у процесах росту і розвитку рослин та формуванні компонентів їх продуктивності. Відома їх роль у покращанні зв'язку джерело-поглинач і стимулюванні транслокації фотоасимілятів, що сприяє ефективному формуванню квіток, розвитку плодів і насіння в кінцевому підсумку підвищує врожайність культури.

**Мета і задачі досліджень.** Мета досліджень полягала у визначенні впливу забезпеченості рослин елементами мінерального живлення впродовж вегетаційного періоду застосування мікробіологічного препарату та біостимулятора росту на формування симбіотичного апарату, та насінневу продуктивність сої.

Для досягнення поставленої мети потрібно було вирішити наступні завдання:

- з'ясувати вплив застосування мінеральних добрив, мікробіологічного препарату і біостимулятора росту рослин на динаміку наростання надземної частини, формування симбіотичного апарату, листкової поверхні рослин та продуктивність її фотосинтетичної роботи у посівах різної щільності;
- визначити параметри складових елементів індивідуальності продуктивності рослин та величину врожаю насіння залежно від елементів технології;
- провести оцінку економічної ефективності впровадження досліджуваних технологічних прийомів на формування продуктивності сої.

*Об'єкт досліджень* – процеси лінійного росту і розвитку рослин, наростання листкової поверхні, нагромадження надземної органічної біомаси, індивідуальна продуктивність рослин та урожайність насіння сої залежно від мінерального удобрення, інокуляції насіння мікробіологічним препаратом на основі азотфіксуючих мікроорганізмів та проведення обприскування посівів регулятором росту рослин.

*Предмет досліджень* – сорт сої Діона, урожайність насіння, мікробіологічний препарат, біостимулятор росту рослин, мінеральні добрива.

**Методи досліджень:** польовий – для спостереження за фазами розвитку рослин, визначення їх біометричних показників, насінневої продуктивності та проведення обліку врожаю; лабораторний – для визначення енергії проростання насіння, його лабораторної схожості та початкового розвитку рослин сої; статистичний – для проведення дисперсійного аналізу оцінки результатів досліджень; розрахунково-порівняльний – для встановлення економічної ефективності впровадження елементів технології вирощування.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає у науковому обґрунтуванні новітніх аспектів технології вирощування сої на основі поєднання внесення мінеральних добрив із застосуванням мікробіологічних препаратів азотфіксуючих бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum* і біостимулятора росту рослин.

Визначено вплив досліджуваних факторів на ріст і розвиток рослин, фотосинтетичну діяльність посівів, інтенсивність створення органічної біомаси та їх продуктивність.

Удосконалено агротехнологічний процес вирощування сої за рахунок оптимізації поживного режиму, та підвищення стійкості рослин до дії стрес-факторів шляхом поєднання проведення інокуляції насіння та позакореневої обробки посівів у фазі бутонізації біостимулятором росту рослин.

**Практичне значення одержаних результатів.** У агротехнологічному процесі вирощування сорту сої Діона для оптимізації протікання продукційного процесу, підвищення насінневої продуктивності посівів найбільш доцільним та економічно виправданим є поєднання внесення  $N_{20}P_{70}K_{70}$ , проведення інокуляції насіння мікробіологічним препаратом на основі азотфіксуючих мікроорганізмів *Bradyrhizobium japonicum* Ризоактив соя (2,0 л/т) та обприскування посівів біостимулятором росту рослин Enzym Аміностим (2,0 лга).

Застосування даних елементів технології дозволяє підвищити рівень зернової продуктивності посівів сої сорту Діона до 2,44 т/га із рентабельністю виробничого процесу на рівні 59,4.

**Особистий внесок здобувача.** Магістерська дипломна робота є самостійним дослідженням автора. У ході написання роботи автором проведено аналітичний огляд зарубіжної та вітчизняної наукової літератури за науковою тематикою роботи. Закладено та проведено польові та лабораторні дослідження, проаналізовано результати досліджень, на основі яких сформовано висновки та надано рекомендації виробництву.

**Апробація результатів роботи.** Результати досліджень та основні положення магістерської дипломної роботи оприлюднені і обговорені на XIII науково-практична інтернет-конференція «Актуальні напрямки та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва» Полтава 25 листопада 2022 року

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

1. Єремко Л.С., Понятенко А.О. Вплив мінерального удобрення та біостимулятора росту рослин на формування продуктивності сої. Матеріали XIII науково-практичної інтернет-конференції «Актуальні напрямки та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва» Полтава 25 листопада 2022 року

**Структура та обсяг магістерської дипломної роботи.** Загальний обсяг дипломної роботи становить 73 сторінки загального друкованого тексту, містить 9 таблиць. Магістерська дипломна робота складається із вступу, 7 розділів, висновків, рекомендацій виробництву та додатків. Список використаної літератури налічує 93 найменування.

## РОЗДІЛ 1

### РОЛЬ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА БІОСТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН У ФОРМУВАННІ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ

#### 1.1. Роль елементів мінерального живлення у формування продуктивності сої

Соя є цінною продовольчою культурою, важливим компонентом у виробництві кормів для тварин, і соєвих продуктів. Дана культура характеризується високим вмістом білків і жирів, які складають близько 60% сухої маси насіння. Харчова цінність насіння даної культури полягає у наявності великої кількості ненасичених жирних кислот, вітамінів групи В, а також мінеральних речовин, таких як азот, калій, магній, залізо, кальцій, фосфор [1, 6]. Поживна цінність сої залежить в основному від факторів зони вирощування та відповідних агротехнічних заходів, у яких важливу роль відіграє мінеральне підживлення [1,2].

Соя потребує великої кількості азоту через високу концентрацію білка в насінні. Біологічне зв'язування азоту задовольняє лише близько 50–60% потреби сої в азоті, чого достатньо для отримання 80–90% урожаю сої, можливого за адекватного внесення азотних добрив [3].

За даними Salvagiotti et al. [4], внесення азотних добрив підвищує врожайність сої переважно в тих випадках, коли ґрунтова та біологічна азотфіксація не забезпечує достатнього засвоєння цього елемента живлення. Результати, отримані La Menza et al. [5] припускають, що лише фіксації азоту недостатньо для задоволення попиту на азот сої у виробничих середовищах з високим потенціалом урожайності.

Постачання азоту, ймовірно, стане основним фактором, що обмежує врожайність, у системах виробництва сої з високим потенціалом урожайності, оскільки фермери продовжуватимуть вдосконалювати свої агрономічні методи та використовувати високоврожайні сорти. У разі підживлення сої азотом важлива не лише кількість, а й час внесення. Зайнаб та ін. [6], досліджуючи реакцію сої на азотні добрива, внесені в різні періоди часу на рівні 60 кг/га, отримали найвищий урожай насіння, коли чверть азотних добрив вносилися

перед посівом, а решта – під час сівби.

Небагато досліджень стосуються впливу внесення азоту на мінеральний склад сої. Канділ та ін. [7] повідомили, що 120 кг азоту, внесені у початкові етапи розвитку, підвищували вміст азоту, фосфору, марганцю та цинку в насінні. На величину цих змін впливав тип внесення азотних добрив, причому найефективнішим виявився амонійний азот.

Сохрабі та ін. [8] виявили, що внесення азоту у кількості 50 або 100 кг на стадії R4 суттєво вплинуло лише на вміст азоту в насінні сої пропорційно використаній кількості та на вміст марганцю у випадку вищої норми внесення.

Рослини сої потребують 17 елементів мінерального живлення, кожен з яких виконує різні функції, дозволяючи рослині рости та розмножуватися [9]. Склад і харчова цінність культурних рослин також дуже важливі для здоров'я людини і тварин [10]. Вміст поживних речовин у рослинах залежить від екологічних і сортових факторів, а також може змінюватися агротехнічними заходами [11].

Азот є невід'ємною складовою, білка, нуклеїнових кислот, амінокислот, ферментів, хлоропластів, білків фотосистеми та молекул хлорофілу [12].

Поглинання різних форм азоту здійснюється через транспортні білки з різною специфічністю та спорідненістю. Крім того, значна його кількість може бути забезпечена азотфіксуючими мікробними асоціаціями. Після поглинання, азот або відновлюється для асиміляції безпосередньо в коренях, або переміщується до надземної частини через ксилему у вигляді амінокислот, амідів, де він зберігається, метаболізується або далі переміщується через флоему до органів, що його потребують для свого розвитку [13].

Незначний дефіцит азоту призводить до подовження бічних і первинних коренів, в той час як сильний або тривалий дефіцит азоту пригнічує ріст первинного кореня, що призводить до зменшення загальної довжини кореневої системи [14].

Низький рівень азоту призводить до затримки росту, раннього цвітіння, зниження інтенсивності галузіння пагонів та зменшення розмірів листових пластинок внаслідок гальмування поділу клітин та їх розширення.

Найпомітнішим візуальним симптомом дефіциту азоту є хлоротичне листя, де хлороз поширюється рівномірно по всьому листку внаслідок або зниженого синтезу хлорофілу, або розпаду існуючих білків, що зв'язують хлорофіл у фотосистемах. Таким чином, існує сильна кореляція між статусом азоту в рослинах і вмістом хлорофілу, який можна використовувати для оптимізації внесення азотних добрив [15].

Важливим засобом забезпечення рослин зернобобових культур азотом є застосування мікробіологічних препаратів на основі азотфіксуючих мікроорганізмів.

Фосфор є структурним елементом основних біомолекул, що приймають участь в енергетичному обміні (АТФ, НАДФН), нуклеїнових кислот (ДНК, РНК) і фосфоліпідів у клітинних мембранах. Гідроліз зв'язку Р–О–Р в аденозинтрифосфаті (АТФ) з утворенням АДФ і неорганічного фосфату є основним джерелом біохімічної енергії в клітині [16].

Фосфор відіграє важливу роль у світловій реакції фотосинтезу, де поглинута рослиною фотосинтетично активна радіація є рушійною силою ланцюга транспортування електронів у тилакоїдній мембрані для подальшої генерації АТФ і НАДФН. Фосфор є ключовим елементом у протіканні темнових реакцій (циклу Кальвіна–Бенсона), де згенеровані АТФ і НАДФН використовуються у процесах перетворення  $\text{CO}_2$  на вуглеводи в стромі хлоропласта [17].

Таким чином, характерною ознакою дефіциту фосфору є значне зниження інтенсивності асиміляції вуглекислоти та зменшення продукування рослинами надземної біомаси.

Рослини реагують на дефіцит фосфору збільшенням співвідношення маси кореня і пагонів, а також зміною кореневої архітектоніки, що дає змогу поглинати більшу кількість фосфору з верхнього шару ґрунту, де концентрація даного елемента є вищою.

Крім змін у первинному кореновому рості за дефіциту фосфору, рослини реагують на обмеження фосфору збільшенням щільності корневих волосків та/або частоти та довжини бічних коренів. Довжина і щільність корневих

волосків і тонке коріння є важливими складовими фосфорного живлення, оскільки вони забезпечують найбільшу площу кореневої біомаси, що посилює поглинання фосфору.

Іон калію є ключовим для підтримки здорових клітинних умов, визначаючи електронейтральність, осмотичну регуляцію, аніон-катіонний баланс і біохімічний показник рН. Більшість іонів калію міститься у вакуолях, де він забезпечує тургор. Калій сприяє стабільності білків і ферментів завдяки оптимальній гідратації, отже, велика кількість ферментів або стабілізується, активується та/або інгібується даним елементом як кофактором [18].

Усі рухи рослини передаються потоками калію. Охоронні клітини збільшують свій осмотичний потенціал внаслідок постачання калію, що призводить до супутнього поглинання води з сусідніх клітин, що призводить до відкриття продихів [19].

Недостатнє постачання калієм має ряд негативних наслідків для росту та розвитку рослин, а також для їх стійкості до екологічних стресів, таких як посуха та засолення [20].

У пагонів найпершими візуальними симптомами дефіциту калію є хлорози на верхівках найстаріших листків, які швидко перетворюються на крайовий некроз, що поширюється від верхівки вздовж країв листя. Листки з цими симптомами містять менше калію в кінчиках листків порівняно з базальними частинами листя, і зникнення даних симптомів може відбутися лише за рахунок повторного надходження калію [21].

Під час дефіциту калію інтенсивність фотосинтезу сильно знижується в результаті зниження продихової провідності, підвищення резистентності мезофілу. Дефіцит калію також призводить до зменшення надходження сахарози в тканини-поглиначі органів, що розвиваються, таких як насіння [22].

Рослини з дефіцитом калію чутливі до обмеження забезпеченості водою, листки уражених рослин зазвичай втрачають тургор. Низький рівень калію негативно впливає на закриття продихів, оскільки цей процес потребує зворотнього тиску з боку повністю тургорних клітин епідермісу, для закриття. Іншою причиною поганого контролю закриття продихів є підвищення

концентрації етилену [23].

Кальцій необхідний як структурний елемент і відіграє важливу роль у клітинній передачі сигналів. Роль даного елемента в сигналізації досягається шляхом трансдукції, інтеграції і множення вхідних сигналів, таким чином зв'язуючи середовище з фізіологічними реакціями у рослинах.

Залежно від поживного статусу, приблизно 5–25% магнію в рослинах міститься в хлоропластах, де він є центральним елементом тетрапірольного кільця хлорофілу, регулюючи його електричні властивості. Окрім головного ковалентного зв'язування в хлорофілі, даний елемент утворює іонні зв'язки з негативними зарядами в клітинних стінках [24].

Першим симптомом дефіциту магнію на листках є хлороз повністю розширених старих листків. Хлоротичні плями можуть з'являтися по-різному, наприклад, утворюючи світлі, неправильні поперечні смуги. Хлороз, як правило, розвивається від кінчиків повністю розширених старих листків і зрештою супроводжується пурпуровим і коричневим (некрозом) між жилками листків. Візуальні симптоми дефіциту магнію традиційно спочатку з'являються на старих листках (акропетальна стратифікація), що вказує на те, що даний елемент має високу рухливість у флоемі. На фізіологічному та біохімічному рівнях реакції, пов'язані із дефіцитом магнію включають накопичення сахарози та крохмалю та зниження фіксації  $\text{CO}_2$  [25].

У відновленій формі сірка є ключовим компонентом різних груп у білках, таких як феридоксин, що опосередковують перенесення електронів у фотосинтетичному ланцюзі транспортування електронів. Ознакою дефіциту сірки є помітне пригнічення фотосинтетичної активності та швидкий розвиток хлорозних плям на листових пластинках [26].

Рослини за субоптимального постачання сірки, демонструють затримку в рості, хлороз, антоціаноз, а також передчасне та уповільнене цвітіння та зниження зав'язування насіння.

## 1.2. Вплив біостимуляторів росту рослин на формування продуктивності сої

Сільськогосподарське виробництво піддається впливу різних кліматичних несприятливих умов, таких як низький або високий температури, слабе освітлення, надлишок або відсутність дощу, що безпосередньо впливає на рівень продуктивності сої.

Ефективним прийомом підвищення стійкості рослин до впливу несприятливих факторів навколишнього середовища та підвищення їх продуктивності може бути застосування регуляторів росту рослин, що являють собою природні або синтетичні речовини, які можна застосовувати у допосівній обробці насіння, обприскуванні посівів та внесенні в ґрунт. Ці речовини викликають зміни спрямованості чи інтенсивності протікання життєво важливих структурних процесів, покращуючи таким чином умови росту рослин за рахунок підвищення стійкості до абіотичних стресів, що сприяє підвищенню врожайності та якості насіння та/або зерна. Крім того, біостимулятори зменшують потребу в добривах [27].

Регулятори росту рослин можна класифікувати залежно від механізму дії та походження діючої речовини, а також на основі їх дії на рослини або на основі фізіологічних реакцій рослин.

Вчені запропонували визначення біостимулятора як рецептурного продукту біологічного походження, який покращує продуктивність рослин завдяки новим властивостям комплексу складових [28].

Це визначення є важливим, оскільки воно підкреслює принцип, що біологічну функцію можна позитивно моделювати за допомогою застосування молекул або сумішей молекул, для яких чіткої дії не визначено. У малих концентраціях ці речовини є ефективними щодо підвищення ефективності живлення, стійкості до абіотичного стресу та/або якості врожаю, незалежно від вмісту в ньому поживних речовин.

Ці речовини за екзогенного застосування мають схожу дію з групами відомих рослинних гормонів, основними з яких є ауксини, гібереліни та

цитокиніни [5].

Абіотичний стрес є проблемою росту, розвитку та формування продуктивності рослин у наш час. Абіотичні стреси, такі як посуха, засолення та екстремальні температури, спричиняють величезні втрати врожаю в усьому світі [6].

Задля їх запобігання, біостимулятори все частіше інтегрують у виробничі системи з метою модифікації фізіологічних процесів у рослинах для оптимізації їх продуктивності [2]. Як правило, біостимулятори виготовляються як суміш природних або синтетичних речовин, що складаються з гормонів або попередників рослинних гормонів. За правильного їх застосування їх вплив безпосередньо позначається на фізіологічних процесах, забезпечуючи потенційні переваги для росту, розвитку та/або реакції рослин на водний стрес, вміст у ґрунті токсичних елементів [7, 8].

Ці продукти, що відрізняються від традиційних азотних, фосфорних і калійних добрив, можуть містити у своїй формулі різноманітні органічні сполуки, такі як гумінові кислоти, екстракти морських водоростей, вітаміни, амінокислоти, аскорбінову кислоту та інші хімічні речовини, які можуть відрізнитися залежно від виробника [5].

Застосування біостимуляторів сприяє потенційно новому підходу до регулювання та/або модифікації фізіологічних процесів у рослинах для стимулювання росту, пом'якшення обмежень, спричинених стресом, і підвищення врожайності.

Регулятори росту рослин можуть впливати на продуктивність рослин як за рахунок прямої дії на рослини або ґрунт або опосередкованого впливу за рахунок впливу спочатку на ґрунт і мікробіом, а потім вже на продуктивність [2, 7].

Абіотичний стрес визначається як умови навколишнього середовища, які знижують ріст і врожайність нижче оптимальних рівнів [9]. Абіотичний стрес, такий як холод, посуха та засолення ґрунту, значною мірою впливає на розвиток рослин і їх урожайність. Він є основною загрозою продовольчій безпеці через постійні зміни клімату та погіршення навколишнього середовища, спричинені

діяльністю людини. Щоб впоратися з абіотичним стресом, рослини можуть ініціювати низку молекулярних, клітинних і фізіологічних змін, щоб відповісти та адаптуватися до його дії [10].

Абіотичним стресам можна запобігти шляхом оптимізації умов росту рослин, а також шляхом забезпечення їх водою, поживними речовинами та застосування регуляторів росту рослин (ауксинів, цитокінінів, гіберелінів, стриголактонів та брасиностероїдів). На додаток до цих традиційних підходів, біосимулятори можуть використовуватися як промоутер оптимізації продуктивності шляхом зміни фізіологічних процесів у рослинах.

У застосуванні біостимуляторів вбачається потенційно новий підхід до регулювання та/або модифікації фізіологічних процесів у рослинах з метою стимуляції росту, пом'якшення обмежень, спричинених стресом, і підвищення врожайності [2].

Рослинний гормон ауксин є ключовим регулятором багатьох аспектів росту та розвитку рослин, включаючи поділ і розтягування клітин, диференціацію, тропізми, апікальне домінування, старіння, опадання та цвітіння.

Цитокініни в основному відповідають за поділ клітин, розвиток судин, апікальне домінування та мобілізацію поживних речовин, особливо при взаємодії з ауксинами [11].

Гіберелінова кислота помітно впливає на процес проростання насіння, активуючи гідролітичні ферменти, такі як  $\alpha$ -амілаза і протеаза, що приймають активну участь у гідролізі запасних речовин, сприяючи мобілізації ендосперму. Вони виводять насіння із стану спокою, сприяють подовженню та росту стебла, поділу клітин і, як наслідок, збільшенню листкових пластинок [12].

L-глутамінова кислота є важливою амінокислотою, яка діє як центральна молекула в метаболізмі вищих рослин [16]. Вона є попередником синтезу хлорофілу в листках [5], а також виконує функцію регуляції синтезу вуглецю та метаболізму азоту [17].

Глутамат також є попередником аргініну та орнітину, які, у свою чергу, впливають на синтез поліамінів, які можуть діяти на рослини, мінімізуючи

стресові умови [18, 19].

Позитивний вплив на ростові процеси і процеси, що забезпечують адаптацію рослин до стресу має застосування екстрактів з водоростей або інших рослин. Екстракти водоростей, білкові гідролізати, гумінові та фульвокислоти та інші складні суміші мають властивості, що виходять за межі основного живлення, часто покращуючи ріст і стресостійкість рослин. Хоча більшість рослинних біостимуляторів додають до ризосфери для сприяння поглинанню поживних речовин, багато з них також мають захисну дію до несприятливого впливу екологічного стресу, такого як дефіцит води, засолення ґрунту та вплив субоптимальних температур росту [20].

Посуха є одним із найбільш поширених факторів стресу для рослин у багатьох частинах світу, особливо в посушливих і напівпосушливих районах. Стрес від посухи є багатовимірним і, як правило, призводить до змін у фізіологічних, морфологічних, екологічних, біохімічних і молекулярних властивостях рослин. Крім того, це може негативно вплинути на кількість і якість росту рослин і врожайність. Рослини по різному реагують на дефіцит води залежно від його тривалості та тяжкості, а також виду рослин, віку та стадії розвитку [21].

Біостимулятори при застосуванні їх у доповній обробці насіння або у період раннього розвитку рослин стимулюють утворення та ріст коренів [22], особливо в ґрунтах з низькою родючістю та низькою доступністю води, сприяючи прискореному відновленню сходів у несприятливих умовах, таких як дефіцит води. Ці продукти, особливо органічні, зменшують потребу рослин у добривах, підвищують їх урожайність і стійкість до кліматичного стресу, визначаючи їх гормональний фон і поживний режим [23, 24].

Клітини рослин, які піддаються водному стресу, пошкоджуються вільними радикалами, але дія антиоксидантів, підсилена біостимуляторами, здатна зменшити токсичність цих радикалів, підвищуючи захисну систему рослин за рахунок підвищення рівня антиоксидантів. Таким чином, рослини з високим рівнем антиоксидантів покращують ріст коренів і пагонів, підтримуючи високий вміст води в листках і підвищуючи стійкість рослин до

ураження шкідниками і фітопатогенами. Дефіцит води впливає на кілька аспектів росту рослин, причому найбільш очевидні ефекти водного стресу виражаються зменшенням їх розмірів, площі листя та продуктивності [26].

У ході досліджень було оцінено вплив кінетину та кальцію на фізіологічні характеристики та продуктивність рослин сої, які зазнали водного стресу та затінення у фазі цвітіння [30].

Застосування цих продуктів сприяло підтримці відносного вмісту води та зменшенню відтоку клітинних електролітів.

Стратегії управління, які використовуються для вирощування в умовах засолення, можуть підвищити продуктивність і використання земельних ресурсів як за умов засолення, так і за умов його відсутності.

Серед даних стратегій особливо популярними є внесення органіки та біодобрив, мікоризація, позакореневе підживлення органічними та неорганічними речовинами, внесення біостимуляторів [35].

Біостимулятори на основі гумінових речовин вивчалися з точки зору стресозахисту від засолення завдяки їх біостимулюючій активності [36–38].

Для характеристик засоленого ґрунту, результати досліджень показали значне покращення фізичних і хімічних властивостей ґрунту у варіанті застосування гумінових речовин, а екстракт листя *Moringa oleifera* вважається біостимулятором, який використовується для росту рослин за нормальних умов та за умов сольового стресу. Застосування біостимуляторів на основі гумінових речовин для рослин, що зазнали сольового стресу, показало здатність до осмотичної перебудови за рахунок підтримки водопоглинання та тургору клітин [39, 40].

Таким чином, учені розглядають біостимулятори на основі гумінових речовин як біостимулятор енергійного росту та поживні засоби, що використовуються для захисту різних сільськогосподарських рослин від деяких факторів впливу навколишнього середовища, зокрема, засолення. Застосування гумінових кислот при вирощуванні звичайної квасолі (*Phaseolus vulgaris* L.) за умов високого засолення ґрунту (120 мМ NaCl) підвищило рівень ендогенного проліну та зменшило витік через мембрану [38], що є показниками кращої

адаптації до солоних середовищ [41-48].

Біостимулятори, на основі водоростей та арбускулярних мікоризних грибів, грибів та бактерій, є біологічно активними сполуками для покращення стійкості до стресу засолення шляхом підвищення швидкості проростання, інтенсивності наростання пагонів і коренів, якості рослин та їх продуктивності [2, 20].

Екстракти водоростей впливають на ряд процесів підвищення толерантності під час стресу [21].

Застосування екстрактів водоростей значно підвищує вміст загального хлорофілу та антиоксидантний феномен у рослинах пшениці, зрошуваних солонуватою водою, демонструючи сильну позитивну кореляцію зі збільшенням свіжої маси, маси зерна та компонентів урожаю [49].

Застосування комерційних біостимуляторів на основі інокулюму арбускулярних мікоризних грибів (AMF) приносить користь культурам за умов сольового стресу, підтримуючи живлення рослин, впливаючи на розвиток рослин (як біорегулятори) та викликаючи стійкість до сольових стресів (як біопротектор) [51]. AMF може сприяти захисту рослин від засолення шляхом послаблення індукованого сіллю окисного стресу [52].

Покращувальний ефект колонізації мікоризою демонструє значну взаємодію з культурою та впливом солі. Підвищена активність антиоксидантних ферментів і нижче перекисне окислення ліпідів у мікоризних рослинах можуть сприяти кращій підтримці іонного балансу фотохімічних реакцій у листках під час засолення.

Біостимулятори на основі ризобактерій, що стимулюють ріст рослин, вважаються простими у використанні агроекологічними інструментами для стимуляції росту рослин і підвищення засвоєння рослинами поживних речовин і стійкості до сольового стресу [53, 54].

За умов сольового стресу багато авторів класифікували дію різних категорій біостимуляторів на рослини на прямий і непрямий вплив. Непрямий вплив пов'язаний із покращенням фізичних, хімічних та біологічних властивостей ґрунтів, тоді як прямий вплив пов'язаний із покращенням

проростання, росту рослин (коренів і пагонів), як покращення стійкості рослин до сольового стресу [35].

Температурний стрес у рослин поділяється на три типи залежно від стрес-фактора, який може бути викликаний високою, позитивною низькою або температурою. Рослини, які страждають від температури, демонструють низьку схожість, сповільнюють ріст, знижують фотосинтез і часто гинуть. Розвиток температурного стресу може бути викликаний високою або низькою температурою і може залежати від тривалості впливу, швидкості зміни температури та стадії росту рослини, на якій відбувається вплив стресу.

Рослини мають різноманітні молекулярні механізми, що включають білки, антиоксиданти, метаболіти, регуляторні фактори, інші захисні засоби та мембранні ліпіди, щоб справлятися з температурним стресом [55].

Температурний фактор може бути серйозною перешкодою для проростання та раннього розвитку багатьох садових видів. Дослідження показали шкідливий вплив на схожість насіння різних культур під впливом високої температури. Таким чином, біостимулятори є варіантами для пом'якшення таких ефектів і, представляючи захисні властивості проти абіотичних стресів, таких як посуха, солоність і високі коливання температур, вони можуть послабити систему захисту рослин від даних стресових факторів [1, 56].

Біоактивні сполуки, присутні в екстрактах морських водоростей, підвищують продуктивність рослин в умовах абіотичного стресу. Доведено, що обприскування екстрактів покращує стійкість рослин до негативних температурних навантажень.

## РОЗДІЛ 2

### ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Ботанічна характеристика сої

Соєва культура *Glycine hispida* Max відноситься до роду *Glycine* L., який налічує 60 видів. Соєва є однорічною трав'янистою рослиною, що формує стрижневу кореневу систему. Головний корінь короткий, від нього у верхній частині відходять бічні корінці, які становлять близько 60 % маси кореня. Основна маса коренів розташовується у орному шарі ґрунту. Довжина кореневої системи може сягати близько 2 м і більше.

За проведення інокуляції ефективними штамами бульбочкових бактерій на головному корені та бічних корінцях відбувається формування крупних бульбочок, у яких проходить біологічна фіксація азоту. За сприятливих умов коренева система однієї рослини може складатися із 25–60 бульбочок і більше [54].

Листки сої складні, трійчасті з прилистками та прилисточками для кожного листочка, мають черешки та розміщуються почергово. Листочки цілокраї, широкі, вузькі або проміжні, мають широкояйцеподібну, овальну, овально-видовжену, широколанцетну, ромбічну, клиноподібну форму, з притупленим або гострим кінчиком [34]. Поверхня листя є опушеною [55].

У початковий період розвитку соєва виносить на поверхню ґрунту дві сім'ядолі. Потім розвиваються два супротивних примордіальних листочки, що можуть мати овальну, округлу, ланцетоподібну, списоподібну форму. Надалі на рослинах формуються різні за формою трійчасті листки. Забарвлення підсім'ядольного коліна зелене або зелене з антоціановим відтінком.

Стебло колінчасте округлої форми, висотою від 0,4 до 1,5 м. Довжина міжвузля може змінюватися від 3 до 15 см.

Залежно від того, під яким кутом відхиляються гілочки від головного стебла, кущ має стиснуту, напіврозлогу або розлогу форму.

Висота прикріплення нижніх гілочок варіює у межах від 1 до 18 см. У деяких форм приріст стебла у висоту припиняється наприкінці цвітіння, у

інших – триває майже до початку досягання. Залежно від цього їх поділяють на форми із закінченим, проміжним і незакінченим типом росту стебла [56].

На час настання досягання стебло набуває жовтувато-бурого або рудого кольору. Стебло сої опушене, колір опушення змінюється від сіро-білого жовто-бурого. Малоопушені рослини характеризуються меншою стійкістю до впливу несприятливих екзогенних абіотичних та біотичних чинників [55].

Суцвіття сої являє собою невелику китицю, що складається з 2-20 мілких метеликового типу квіток білого, світло-фіолетового або фіолетового кольору, з розміщенням у пазухах листків, на верхівці стебла і на бокових гілках. У кожній китиці від 2 до 20 квіток і більше. Квітки складаються із 10 тичинок, дев'ять з яких зростаються, а одна є вільною.

Маточка має одну верхню одногніздову зав'язь, у якій формується і розвивається декілька насінневих бруньок. Стовпчик маточки невисокий, злегка зігнутий. Приймочка маточки має плескату, розширену форму, густо вкрита залозистими сосочками. [54].

Соя у своїй більшості належить до самоzapильних рослин. Запліднення відбувається у фазі закритої квітки. Після запилення і запліднення на рослинах формуються боби довжиною 3-7 см, шириною 0,5-1,5 см прямої, зігнутої, серпоподібної форми або чоткоподібної форми, на кінці із дзьобиком.

На час досягання боби набувають світло-коричневого, жовтувато-бурого, сірувато-бурого, темно-сірого, рідко з різним відтінком, забарвлення.

Середня кількість бобів на рослинах варіює у межах від 10 до 40 і більше, що обумовлюється сортовими властивостями та умовами вирощування. У деяких сортів сої під час досягання боби розтріскуються під час досягання і насіння випадає на землю.

Висота прикріплення нижніх бобів над поверхнею ґрунту змінюється залежно від сортових особливостей та густоти рослин на одиниці площі, від 2 до 25 см.

У одному бобі здебільшого формується від однієї до чотирьох насінин, найчастіше дві-три. Насіння має овальну, кулясту, видовжену, ниркоподібну форму. Його забарвлення може бути жовтого, зеленувато-жовтого, коричневого

або чорного кольору. Насінневий рубчик овальної, клиноподібної, лінійної форми, жовто-білого, коричневого, темно-коричневого або чорного забарвлення [54].

## 2.2. Біологічні особливості сої

За своїми біологічними особливостями соя належить до теплолюбних, вологолюбних культур короткого дня, сформованих в умовах теплого мусонного клімату. Разом з тим, соя характеризується високою пластичністю до зміни умов вирощування, що обумовлює досить широкий ареал її поширення – від екватора до 56<sup>0</sup> північної широти.

Соя є азотофіксуючою культурою, що за рахунок фіксації молекулярного азоту здатна залишати у ґрунті деяку кількість азоту для послідуєчих культур сівозміни. Соя відносно стійка до низьких і дуже високих температур, але швидкість росту знижується вище 35°C і нижче 18°C. У деяких сортів цвітіння може затримуватися при температурі нижче 24°C. Мінімальна температура для росту становить близько 10°C, а для синтезу органічних сполук у рослинах - близько 15°C.

Лише з 25-30 % квіток утворюються боби, кінцева кількість яких залежить від стану рослини під час періоду цвітіння. Річна зміна температури може призвести до відмінностей у цвітінні. Соя добре росте за умов теплого і вологого клімату. Оптимальною для більшості сортів є температура від 26 до 30 °C.

Температура ґрунту 15,5 °C або вище сприяє швидкому проростанню та інтенсивному початковому росту рослин. Більш низька температура призводить до затримки цвітіння.

Тривалість дня є ключовим фактором для більшості сортів сої, оскільки вони є рослинами короткого дня. Температура нижче 21°C і вище 32°C може призвести до зниження інтенсивності цвітіння та зав'язування бобів. Екстремальні температури вище 40°C мають значний негативний вплив на формування насіння. Оптимальна температура для сої становить 20-30 °C,

причому температура 35 °C і вище вважається гальмівною для формування врожаю.

Для формування гарного врожаю соя потребує 400-500 мм води за сезон. Висока потреба у волозі є критичною на етапі проростання, цвітіння та формування бобів. Однак для дозрівання потрібна суха погода.

Соя може рости та давати врожай навіть за 180 мм дощу, однак у цьому випадку можна очікувати зниження врожайності на 40-60 % порівняно з оптимальними умовами.

Ідеальна кількість опадів становить від 500 до 1000 мм. Залежно від типу ґрунту та запасів вологи в ґрунті, очікується загибель урожаю, якщо врожай випаде менше 180 мм опадів. У багатьох випадках посуха спричиняє гальмування розвитку рослин, що призводить до загибелі посівів або дуже низької врожайності.

На піщаних чи гравійних ґрунтах із запасом води в кореневій зоні менше 35 мм періоди без дощу тривалістю більше 5 днів, часто спричиняють водний стрес у культури.

На важких ґрунтах посіви сої можуть відновити свою здатність до формування врожаю навіть за умови відсутності опадів більше ніж 15 днів.

Практикуючи зменшення кількості агротехнічних операцій обробітку ґрунту, вносячи поживні рештки, такі як кукурудзяні залишки, вплив посухи можна значно зменшити шляхом зниження температури ґрунту та поверхневого випаровування і, таким чином, максималізувати потенціал накопичення вологи в ґрунті.

Соя є рослиною короткого дня (індукція цвітіння і його проходження може відбуватися лише в за короткої тривалості періоду сонячного освітлення). Кожен сорт має критичну тривалість дня, якої необхідно досягти, перш ніж він почне цвісти. Вибираючи сорти для вирощування, необхідно звернути увагу на те, що тривалість дня залежить від регіону вирощування, що може впливати на тривалість періоду досягання.

Соя в основному є рослиною короткого дня, але реакція на довжину дня змінюється залежно від сорту та температури, а сорти що формують достатньо

розвинену надземну масу пристосовані лише до досить вузьких відмінностей широти.

Довжина дня впливає на швидкість формування врожаю; у типів короткого дня збільшення тривалості сонячного освітлення може призвести до затримки цвітіння та підвищення лінійного росту рослин і формування більшої кількості міжвузлів. Короткий день прискорює цвітіння, особливо пізньостиглих сортів.

Вегетативний ріст зазвичай припиняється під час формування врожаю. Загальна тривалість вегетаційного періоду 100-130 днів і більше.

Придатними для вирощування сої вважаються добре аеровані родючі суглинисті ґрунти з рН від 6,0 до 7,5. Солонцюваті та засолені ґрунти пригнічують проростання насіння. Зволоження також шкодить врожаю. Збільшення концентрації білка на 20% і зниження концентрації олії на 16% спостерігається при підвищенні рН ґрунту з 4,5 до 7,0. Соя може переносити слабокислі ґрунти з діапазоном рН ґрунту від 5,5 до 6,5. Культура не терпить кислих ґрунтів із рН менше за 4,5, вони можуть містити токсичні для рослин алюміній і марганець. З іншого боку, не рекомендується вирощувати сою на ґрунтах з рН більше 8, оскільки на таких ґрунтах може виникти дефіцит мікроелементів, таких як цинк і залізо.

Соя погано реагує на посуху, оскільки її корені відносно дрібні, а їх структура обмежує поглинання води в посушливі періоди. Таким чином, соя значно знижує продуктивність на піщаних ґрунтах і ґрунтах з низькою здатністю утримувати вологу. Соя є досить чутливою до зволоження між фазами сходів та чотирьох листків. Однак після цієї стадії соя має хорошу толерантність до зволоження ґрунту.

## РОЗДІЛ 3

### УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 3.1. Характеристика ґрунтових умов місця проведення досліджень

Дослідження із вивчення ефективності застосування мікродобрив і мікробіологічного препарату були проведені на території державного підприємства “Дослідне господарство “Степне” Інституту свинарства і АПВ НААН”.

Загальна площа сільськогосподарських угідь господарства становить 4088 га, із них під орні землі відведено – 3974 га, багаторічні насадження – 87 га, вигони – 27 га.

Більша частина території господарства розміщена на чорноземі типовому малогумусному глибокозакіпаючому (2611 га) та чорноземі малогумусному (1470 га) [62]. Решта ґрунтів, загальна площа яких становить 169,0 га - це чорнозем глибокий малогумусний різних ступенів змитості, а в балках - з накладеним відбитком періодичного перезволоження, що відбувається за рахунок посилення водних потоків весною і восени [63].

Ґрунти території господарства утворилися на лесі, що являє собою пухку, нешарову породу палево-жовтого кольору, збагачену карбонатами кальцію і магнію [63].

За механічним складом чорнозем типовий малогумусний є важким суглинком. Вміст грубого пилу у ґрунті становить 37 – 43 %, мулуватих часток у ньому – 25 – 38 %. Перерозподіл колоїдних частин по профілю незначний [62].

Питома вага орного шару ґрунту (0-30 см) становить 2,63 г/см<sup>3</sup>, загальна пористість – 55,1 – 59,8 %, вологість стійкого в'янення - 8,9-9,4 %, польова вологоємність – 29,7-30,5 %, максимальна кількість продуктивної вологи – 19,5-20,4 мм [63].

За проведеними агрохімічними дослідженнями ґрунт ділянок дослідів містить гумусу в горизонті 0-20 см 4,9 – 5,2 %, в горизонті 35-45 см 3,72 – 4,07 % і на глибині 1,5 м – 0,6-0,7 %.

Ємність поглинання орного шару ґрунту становить 33,0 – 35,0 мг-екв. на 100 г ґрунту, реакція ґрунтового розчину слабокисла, рН сольової витяжки 6,3. Гідролітична кислотність знаходиться на рівні 1,6 – 1,9 мг-екв. на 100 г ґрунту [62].

Орний шар ґрунту містить 5,44 – 8,10 мг азоту, що гідролізується (за Тюріним і Коновою), 10 – 15 мг рухомого фосфору (за Чириковим), 16 – 20 мг на 100 г ґрунту калію (за Масловою) [63].

### **3.2. Погодні умови місця проведення досліджень**

У 2021 році початковий ріст і розвиток рослин сої відбувалися за дещо нижчої забезпеченості тепловими ресурсами щодо багаторічної норми. Середньодобова температура повітря у травні становила 15,6 °С за середньобагаторічних значень даного показника 15,7 °С. В цілому за місяць випало 52,6 мм дощу проти 46,0 мм за багаторічними спостереженнями (табл. 3.1).

У червні спостерігалось інтенсивне наростання середньодобової температури повітря до 20,0°С із перевищенням середньобагаторічних показників на 0,8°С. Кількість опадів у цьому місяці перевищувала середньобагаторічну величину майже у 2 рази. Розподіл опадів впродовж місяця був нерівномірним. Переважно вони випадали у вигляді злив.

Липень був посушливим і спекотним. Середньодобова температура повітря цього місяця була вищою порівняно із багаторічними показниками на 3,0 °С, а кількість опадів – меншою на 43 мм із нерівномірним їх розподілом. Максимальні значення температури повітря у полуденні години сягали позначки 38,0 °С, що на 4,8 °С перевищувало багаторічні показники.

У серпні середньодобова температура повітря становила 22,7 °С, і була вищою за багаторічну норму на 2,7 °С. Кількість опадів за місяць знаходилася на рівні 71,5 мм, однак їх розподіл був нерівномірним.

Таблиця 3.1

**Значення температури повітря та кількості опадів за  
вегетаційний період 2021 року**

Показники	Місяці					
	квітень	травень	червень	липень	серпень	
Фактична середньодобова температура повітря, °С за місяць	8,1	15,6	20,2	24,2	22,7	
Середньодобова температура, норма за місяць	9,3	15,7	19,4	21,2	20,1	
Абсолютний максимум t повітря, °С	фактично	25,0	29,0	34,0	38,0	34,0
	норма	22,4	28,0	31,0	33,2	32,7
Абсолютний мінімум t повітря, °С	фактично	-5,0	3,0	8,0	10,0	8,0
	норма	-3,7	2,1	6,8	9,9	8,5
Опади, мм фактично за місяць	51,5	52,6	133,3	18,1	71,5	
Опади, мм багаторічна норма за місяць	31,2	45,5	65,2	61,1	42,7	

Погодні умови що склалися за вегетаційний період сої у 2022 році були досить контрастними. Так, квітень місяць за температурним режимом був ідентичним, як за поточним так і багаторічним показником, тоді як травень був холоднішим на 1,2<sup>0</sup>С (14,5 проти 15,7 <sup>0</sup>С) (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

**Значення температури повітря та кількості опадів за  
вегетаційний період 2022 року**

Показники	Місяці					
	квітень	травень	червень	липень	серпень	
Фактична середньодобова температура повітря, °С за місяць	9,5	14,5	22,3	22,9	20,3	
Середньодобова температура, норма за місяць	9,3	15,7	19,4	21,2	20,1	
Абсолютний максимум t повітря, °С	фактично	26,7	30,4	32,2	37,6	33,9
	норма	22,4	28,0	31,0	33,2	32,7
Опади, мм фактично за місяць	20,2	63,6	52,5	27,2	9,7	
Опади, мм багаторічна норма за місяць	31,2	45,5	65,2	61,1	42,7	

Ріст і розвиток рослин сої у червні відбувався за значної зволоженості та підвищеної температури повітря. Середні добові температури повітря коливалися від 15-18° до 21-25° тепла, в окремі дні місяця до 25-27°.

Середня місячна температура повітря склала 22,3° С, що вище норми на 2,9°. Максимальна температура повітря в третій декаді підвищувалася до 35°тепла, на поверхні ґрунту до 58-62°. За період з температурою повітря 30° і вище відмічалось 4 дні. Місячна сума опадів склала 52,5 мм, що на 12,7 мм менше норми [43].

Впродовж липня і серпня утримувалася малоохмарна спекотна погода. Опадів випало менше за середньобогаторічні значення у липні – на 33,9 мм, у серпні – на 33,0 мм. Середня місячна температура повітря становила 22,9°С, що перевищувало середньобогаторічні показники на 1,7°С. Значення максимальної температури повітря становили 30-33°С, а поверхня ґрунту у цей період прогрівалася до 57-63 °С.

Такий температурний режим спричинив інтенсивне витрачання запасів продуктивної вологи, пересихання верхнього шару ґрунту та відповідного зниження рівня продуктивності культури [43].

### **3.3. Методика проведення досліджень.**

Наукові дослідження за темою магістерської дипломної роботи проводилися впродовж 2021-2022 рр. у польових умовах на території державного підприємства “Дослідне господарство “Степне” Інституту свинарства і АПВ НААН”.

Експериментальні дослідження проводилися за загальноприйнятими методиками ведення польових дослідів [51].

Схема досліджень включала варіанти мінерального удобрення (без добрива, внесення  $P_{70}K_{70}$ ,  $N_{20}P_{70}K_{70}$ ), допосівної інокуляції насіння мікробіологічним препаратом Ризоактив соя (2,0 л/т) на основі бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum*, проведення обприскування рослин у фазі бутонізації біостимулятором Ензим Аміностим (2,0 л/га) та їх поєднання.

Дослідження проводили згідно загальноприйнятих методик [51].

Метод проведення досліджень – польовий. Повторність досліду чотириразова. Облікова площа ділянки 40 м<sup>2</sup>. Розміщення варіантів послідовне.

У досліді вивчали сорт сої Діона.

Для визначення стану розвитку симбіотичного апарату кореневої системи відкопували на глибину до 30 см, де розташовувалася основна маса бульбочок, потім відмивали та проводили підрахунок та зважування бульбочок [44, 45].

Фази росту і розвитку культури визначали за “Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур” [46]. Фенологічні спостереження проводили на постійно закріплених площадках у двох несуміжних повтореннях. За початок фази приймали час її настання у 10, а за повну фазу - у 75% рослин [46].

Виміри висоти рослин сої проводили впродовж вегетаційного періоду на 20 рослинах, які відбиралися на закріплених площадках у двох несуміжних повтореннях [46].

Наростання вегетативної маси і накопичення сухої речовини визначали впродовж вегетаційного періоду у двох несуміжних повтореннях, шляхом визначення маси сирої проби, вмісту сухої речовини, структурних і біометричних показників згідно з “Методикою державного сортовипробування” [46], а також з “Методикою проведення дослідів по кормовиробництву” [47].

Площу листової поверхні визначали методом “висічок”, шляхом зважування 20 висічок, а також маси листової поверхні всієї проби і розрахунку величини даного показника за формулою 3.3.1 [48]:

$$S = \frac{P * S_1 * n}{P_1} \quad (2); \quad (3.3.1) \text{ де}$$

S- загальна площа листків, см<sup>2</sup>;

S<sub>1</sub>- площа однієї висічки, см<sup>2</sup>;

P- загальна маса листків, г;

P – маса висічок, г

n – число висічок, г

Аналіз структурних показників урожайності сої проводили за методикою запропонованою Майсуряном Н.А. Для цього з кожної дослідної ділянки відбирали по два пробні снопи з 20 рослинами у кожному, з двох несуміжних повторень в різних частинах ділянок з площі 1 м<sup>2</sup> [49];

Збирання врожаю здійснювали поділянково із відбиранням середніх зразків зерна для визначення його вологості і засміченості [46];

Дані врожаю зерна приводили до стандартної вологості (14%) і стовідсоткової чистоти [49]. Перерахунок на стандартну 14% вологість проводили за формулою [46]:

$$Y = \frac{A(100 - B)}{100 - 14},$$

де  $Y$  – врожайність чистого зерна за стандартної вологості, ц/га;

$A$  – врожайність чистого зерна за польової вологості, ц/га;

$B$  – вологість зерна на час збирання, %;

14 % – стандартна вологість для зернових культур.

У цій формулі відношення  $\frac{100 - B}{100 - 14}$  є перевідним коефіцієнтом на 14% вологість зерна [50].

Урожайні дані піддавали агрономічній оцінці та статистичній обробці методом дисперсійного аналізу [50,51].

Розрахунок вмісту білка виконували на основі результатів хімічного аналізу з урахуванням коефіцієнтів перетравності поживних речовин і відповідно до методичних рекомендацій [52].

Економічну ефективність агроприймів, що досліджувалися визначали з урахуванням витрат на роботи та технологічними картами за нормативами і розцінками, що діють в регіоні на період 2022 р [51].

### **3.4. Агротехнологічні особливості вирощування сої.**

Соя є досить вимогливою культурою щодо розміщення її у сівозміні. У початковий період розвитку її рослини мають слабку конкурентну здатність по відношенню до бур'янів, і тому потребують таких попередників, після збирання

яких поля б залишалися чистими. Найбільш доцільно її вирощувати після кукурудзи і пшениці озимої.

Недоцільними попередниками сої є горох, квасоля, нут, багаторічні бобові трави. Це пояснюється розвитком спільних для цих культур хвороб і шкідників. У короткоротаційних сівозмінах (чотири-п'ять полів) частка сої може становити 20-25% [74].

Соя є добрим попередником для ярих культур, а її ранньостиглі сорти, особливо за вирощування в південній частині Лісостепу - для пшениці озимої [74].

Технологія обробітку ґрунту у агротехнологічному процесі вирощування сої визначається морфо-біологічними особливостями сорту. Одним із факторів, що обмежує ріст і розвиток кореневої системи, є підвищена щільність ґрунту. Оптимальні параметри даного показника у початковий період розвитку сої складають – 1,10-1,20 г/см<sup>3</sup>, у фазах цвітіння і формування бобів – 1,25-1,28 г/см<sup>3</sup> ґрунту. Для уникнення небажаного ефекту на розвиток рослин доцільним є проведення оранки на глибину 22-28 см [75].

За наявності на полі значної кількості бур'янів доцільним є проведення лушення стерні попередника, застосування додаткового обробітку дисковими знаряддями у міру появи сходів бур'янів та пізньоосіннього безполицевого обробітку на ґрунту глибину 15-16 см або оранки без обертання скиби, що є завершальним заходом у циклі зяблевого обробітку ґрунту під сою. Даними агроприйомами досягається не тільки провокація сходів бур'янів а й їх повне знищення.

За засміченості поля коренепаростковими багаторічними бур'янами, після проведення лушіння стерні попередника проводять одну-дві культивації при використанні важких культиваторів на глибину до 14-16 см. Після цього поле орють на глибину 22-25 см, що, разом із значним зниженням забур'яненості, забезпечує оптимізацію параметрів агрофізичного стану орного шару ґрунту, накопичення у ньому вологи впродовж осінньо-зимового періоду [76].

Весняний передпосівний обробіток ґрунту при вирощуванні сої спрямований на максимальне збереження вологи, боротьбу з бур'янами, розпушування та вирівнювання посівного шару ґрунту.

З настанням фізичної стиглості ґрунту на легких ґрунтах застосовують боронування або комбінований обробіток ґрунту, що складається із культивації та боронування, на суглинкових і глинистих ґрунтах проводять лише культивацію.

По мірі появи бур'янів до проведення сівби поле культивують 2-3 рази на глибину від 10-12 до 6-8 см. Кратність проведення культивацій обумовлюється ступінню засміченості поля бур'янами та вологості ґрунту. За недостатнього рівня вологозабезпеченості ґрунту глибина культивацій та їх кількість зменшується. Безпосередньо перед сівбою необхідно провести культивацію з боронуванням.

Сівбу сої слід проводити якісним насіннєвим матеріалом (із сортовою чистотою не меншою ніж 98 %, лабораторною схожістю – не меншою ніж 90 %). Перед сівбою проводиться інокуляція насіння при використанні мікробіологічних препаратів на основі бульбочкових бактерій роду *Rhizobium* [77].

Розуміння впливу навколишнього середовища на ріст рослини може допомогти розробити технології вирощування сільськогосподарських культур. Основними факторами, що забезпечують формування врожайності сої є температура і вологість ґрунту [11]. Температури вище 30 °C і нижче 13 °C негативно впливають на ріст рослин, їх розвиток та формування врожаю.

Загальна оптимальна температура для вирощування сої становить близько 25 °C. Для формування врожаю високої якості, соя потребує 450–900 мм опадів за вегетаційний період [12,16].

Критичний період водоспоживання припадає на фази цвітіння та формування бобів [12,17]. Інтенсивність цвітіння, кількість бобів і висота рослин визначається наявністю доступної для рослин вологи у ґрунті. Крім того, забезпеченість вологою може впливати на морфологічну архітектоніку та анатомічні особливості рослин [18].

Сівбу сої слід розпочинати за прогрівання ґрунту на глибині загортання насіння до 10-12 °С із глибиною загортання насіння 3-4 см. За умов посушливої весни глибину загортання збільшують до 5-6 см, щоб насіння лягло на вологе ложе. У ході проростання насіння сої поглинає близько 130-150% вологи від своєї маси. Проведення післяпосівного прикочування рекомендованим є лише на дуже легких супіщаних та піщаних ґрунтах [78].

На важких та середніх ґрунтах прикочування сої є недоцільним, оскільки може спричинити утворення ґрунтової кірки після випадання весняних дощів.

Рівномірна глибина загортання насіння у вологий ґрунт забезпечує скорочення періоду його набубнявіння, дружну появу сходів, рівномірний ріст і розвиток рослин.

Вагомого значення формування високопродуктивних агроценозів сої має оптимізація її поживного режиму. Сівбу сої слід проводити інокульованим насінням на фоні мінерального удобрення.

Одним із найголовніших факторів одержання високого врожаю є проведення агротехнологічних операцій, спрямованих на боротьбу із бур'янами, оскільки на забур'янених полях втрати врожаю сої можуть досягати 30-50 %.

Шкідливість бур'янів у посівах сої визначається їх видовим складом, умовами вологозабезпеченості ґрунту, тривалістю вегетаційного періоду сорту, потенційною забур'яненістю орного шару, проведенням агротехнічних операцій по догляду за посівами [78].

Важливими заходами, що застосовуються у системі догляду за посівами є проведення досходового боронування через 3-4 дні після сівби, післясходового боронування впоперек або по діагоналі до напрямку сівби та 2-3 міжрядних культивації.

На дуже забур'яненених полях для знищення злакових і дводольних бур'янів слід застосовувати хімічне прополовання гербіцидами та їх сумішами до появи сходів сої ґрунтовими гербіцидами. Їх вибір потрібно здійснювати з особливою уважністю, оскільки ці препарати для того, щоб ефективно спрацювати потребують достатньої ґрунтової вологозабезпеченості. Однак у

випадку рясних дощів вони можуть промиватися на глибину залягання насіння та завдавати шкоди проросткам сої. За ранньої сівби ґрунтові гербіциди, які легко вимиваються, використовувати не варто.

За високої вологості ґрунту та гранично низьких температур рослини сої можуть уражатися фузаріозом, аскохітозом, бактеріозом, склеротиніозом, несправжньою борошнистою россою (пероноспорозом), бактеріальним опіком, жовтою мозаїкою сої. Як профілактичний прийом для боротьби із даними хворобами ефективним є проведення глибокої зяблевої оранки та повної заробки рослинних решток, що виступають у якості джерела інфекції [77].

Сою збирають на час набуття зерном повної стиглості та знаження вологості до 15-16 %. Проводять його комбайнами восени за нестійкої погоди, із зміною дощового періоду сухим, а нічних рясних рос – теплими сонячними днями. За даних умов навіть впродовж доби змінюється вологість зерна, його розміри і відповідно – стійкість щодо травмування. Основними ознаками повної стиглості є зерна обпадання листків, підсихання, побуріння стебел і всіх бобів. Насіння у цей період висихає і відокремлюється від стулок бобів, а його вологість знижується до 16-18 %. Сою збирають у стислі строки, у ході прямого комбайнування [78].

## РОЗДІЛ 4

### ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА БІОСТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ

#### 4.1. Ріст і розвиток рослин сої залежно від застосування мінеральних добрив та біостимуляторів росту рослин

Ріст, як і всі інші процеси життєдіяльності рослин, виражається функцією часу, що фенотипово проявляється у періодичності і ритмічності коливання його інтенсивності та може бути виражено математично позитивною величиною. Рісткові процеси, що протікають у рослинах завжди супроводжуються збільшенням їх розмірів та маси і є передумовою формування продуктивності.

Висота рослин на час збирання культури визначає технологічність сорту. Високорослі рослини формують більше вегетативної маси на одиницю врожаю, краще пригнічують ріст і розвиток бур'янів.

Результати досліджень свідчать, що процеси лінійного приросту у висоту у рослин сої тривали від фази повних сходів до фази фізіологічної стиглості насіння. У початкові етапи розвитку вони були незначними, а починаючи від фази третього трійчастого листка їх інтенсивність підвищувалася і досягала максимуму у період цвітіння-формування бобів. Далі ріст рослин сої у висоту уповільнювався.

Покращання поживного режиму рослин мало стимулюючий ефект на наростання надземної частини рослин сої впродовж вегетаційного періоду.

За досягнення рослинами фази повної стиглості, висота рослин за проведення інокуляції насіння мікробіологічним препаратом Ризоактив соя збільшувалася порівняно з контрольним варіантом на 0,4 см, за поєднання застосування мікробіологічного препарату і біостимулятора росту рослин висота рослин сої перевищувала контрольний варіант на 3,6 см. (табл. 4.1).

На фоні внесення  $P_{70}K_{70}$  умови наростання надземної частини рослин покращувалися, що виражалось у помітному збільшенні висоти рослин порівняно з контролем у варіанті інокуляції насіння мікробіологічним препаратом Ризоактив соя на 5,9 см, у варіанті поєднання застосування

мікробіологічного препарату і біостимулятора росту рослин Enzym Аміностим - на 8,3 см.

Додавання азоту до фосфорно-калійного живлення значно покращували умови наростання надземної частини рослин сої. Висота рослин у варіанті застосування мікробіологічного препарату становила 66,9 см, а за його поєднання із проведенням позакореневого підживлення рослин набувала максимальних значень (70,2 см).

Таблиця 4.1

**Висота рослин сої залежно від застосування мінеральних добрив, та біостимуляторів росту рослин, см (2021-2022 рр.)**

Варіант	Фази росту і розвитку рослин				
	третій трійчастий листок	бутонізація	цвітіння	формува ння бобів	повна стиглість насіння
Без мінерального удобрення					
контроль	8,7	29,5	44,3	54,1	59,8
Ризоактив соя	9,4	30,2	46,8	56,2	62,3
Ризоактив соя + Enzym Аміностим	10,6	32,6	47,2	58,9	63,4
P <sub>70</sub> K <sub>70</sub>					
без обробки насіння	10,5	35,6	46,3	58,7	63,8
Ризоактив соя	10,8	38,3	48,5	60,8	65,7
Ризоактив соя + Enzym Аміностим	11,3	39,8	49,4	62,3	68,1
N <sub>20</sub> P <sub>70</sub> K <sub>70</sub>					
без обробки насіння	10,7	38,9	47,6	60,1	65,2
Ризоактив соя	11,2	39,2	48,5	62,3	66,9
Ризоактив соя + Enzym Аміностим	11,5	40,1	49,3	64,5	70,2

**4.2. Фотосинтетична діяльність сої залежно від застосування мінеральних добрив та біостимуляторів росту рослин**

У основі формування біологічної продуктивності рослин знаходиться процес фотосинтезу, у ході якого із простих біогенних елементів під дією сонячної радіації синтезуються багаті на енергією складні і різноманітні за хімічною будовою органічні сполуки.

Головним органом, у якому відбуваються синтетичні процеси є листкова поверхня, а кількість утворених органічних сполук визначається її розмірами та тривалістю активного функціонування [79, 80 ].

Динаміка формування асиміляційного апарату рослин сої була нерівномірною впродовж вегетаційного періоду. На початкових етапах вегетації її рослини створювали асиміляційну поверхню незначних розмірів, що пояснюється формуванням у цей час потужної кореневої системи.

Від фази третього трійчастого листка до бутонізації розміри листкового апарату поступово збільшувалися до 24,5 тис. м<sup>2</sup>/га на контрольному варіанті, до 25,8 тис. м<sup>2</sup>/га – на варіанті із застосуванням мікробіологічного препарату Ризоактив соя, до 26,3 тис.м<sup>2</sup>/га – за комплексного застосування мікробіологічного препарату Ризоактив соя та біостимулятора росту рослин Enzym Аміностім, (табл 4.2).

На фоні внесення P<sub>70</sub>K<sub>70</sub> величина даного показника перевищувала контроль на 1,4 тис.м<sup>2</sup>/га. Поєднання мінерального удобрення і допосівної інокуляції насіння сприяло збільшенню величини листкової поверхні рослин до 26,7 тис.м<sup>2</sup>/га. У варіанті комплексного застосування P<sub>70</sub>K<sub>70</sub>, мікробіологічного препарату та біостимулятора росту рослин листкова поверхня була найбільш розвиненою із перевищенням щодо контрольного варіанту на 3,3 тис.м<sup>2</sup>/га.

Найбільш сприятливі умови формування листкової поверхні рослин створюватися на фоні внесення N<sub>20</sub>P<sub>70</sub>K<sub>70</sub>, що виражалось у помітному збільшенні розмірів листкової поверхні рослин порівняно з контролем у варіанті інокуляції насіння мікробіологічним препаратом Ризоактив соя на 3,0 тис.м<sup>2</sup>/га, у варіанті поєднання застосування мікробіологічного препарату і біостимулятора росту рослин Enzym Аміностім - на 4,9 тис.м<sup>2</sup>/га.

Середньодобові прирости асиміляційної поверхні посівів сої були найбільш інтенсивними у фазі цвітіння, а максимального значення вони досягали на час формування бобів. Фотосинтетична поверхня посівів сої у даний період була найбільш розвиненою у варіанті поєднання внесення

$N_{20}P_{70}K_{70}$  застосування мікробіологічного препарату та біостимулятора росту рослин. Її значення у посівах сягали 44,8 тис.  $m^2/га$ .

Таблиця 4.2

**Динаміка формування листкової поверхні сої залежно від застосування мінеральних добрив та біостимуляторів росту рослин, тис.  $m^2/га$  (2021-2022 рр.)**

Варіанти	Фази росту і розвитку рослин				
	третій трійчастий листок	бутонізація	цвітіння	формування бобів	налив насіння
Без удобрення					
контроль	8,7	24,5	34,4	39,6	34,0
Ризоактив соя	9,4	25,8	35,8	42,3	34,4
Ризоактив соя + Enzym Аміностим	10,2	26,3	37,2	43,8	35,7
$P_{70}K_{70}$					
без обробки насіння	9,8	25,9	38,6	40,4	36,0
Ризоактив соя	10,2	26,7	39,3	43,7	36,7
Ризоактив соя + Enzym Аміностим	10,8	27,8	40,1	44,3	37,1
$N_{20}P_{70}K_{70}$					
без обробки насіння	10,1	26,7	40,2	41,3	36,8
Ризоактив соя	10,8	27,5	41,7	44,2	37,6
Ризоактив соя + Enzym Аміностим	11,3	29,4	42,3	44,8	38,4

У варіанті сівби інокльованого насіння на фоні мінерального удобрення  $N_{20}P_{70}K_{70}$  розміри листкової поверхні зменшувалися до 44,2 тис.  $m^2/га$ .

На фоні внесення фосфорно-калійних добрив проведення інокуляції насіння сприяло збільшенню розмірів листкової поверхні порівняно з контрольним варіантом на 4,1 тис.  $m^2/га$ , а за її поєднання із проведенням обприскування посівів біостимулятором росту рослин величина листкової поверхні становила 44,3 тис.  $m^2/га$ .

Починаючи від фази наливу насіння, величина асиміляційної поверхні посівів зменшувалася за рахунок відмирання листків нижніх ярусів, що було пов'язано із перерозподілом та посиленням відтоком пластичних речовин із вегетативних органів до насіння.

Відповідно до підвищення продуктивності фотосинтетичної роботи посівів збільшувалася кількість нагромадженої органічної речовини. Доведено, що близько 90-95 % органічної сухої біомаси створюється у ході процесу фотосинтезу, інтенсивність і продуктивність якого змінюється залежно від біологічних особливостей культури, сортових характеристик та ґрунтово-кліматичних умов вирощування [83, 84].

Таблиця 4.3

**Динаміка накопичення абсолютно сухої речовини рослинами сої  
залежно від застосування мінеральних добрив та біостимуляторів росту  
рослин, г (2021-2022 рр.)**

Варіанти	Фази росту і розвитку рослин			
	третій трійчастий листок	бутонізація	цвітіння	формування бобів
Без удобрення				
контроль	1,76	3,25	6,52	12,3
Ризоактив соя	1,89	4,48	7,28	13,8
Ризоактив соя + Enzym Аміностим	2,04	5,34	8,32	14,5
P <sub>70</sub> K <sub>70</sub>				
без обробки насіння	1,93	4,56	7,96	15,6
Ризоактив соя	2,07	5,28	9,23	16,7
Ризоактив соя + Enzym Аміностим	2,19	6,31	10,5	16,9
N <sub>20</sub> P <sub>70</sub> K <sub>70</sub>				
без обробки насіння	2,23	6,27	9,89	17,2
Ризоактив соя	2,39	7,38	11,3	17,8
Ризоактив соя + Enzym Аміностим	2,56	8,45	11,9	18,6

Інтенсивність накопичення сухої біомаси рослинами впродовж вегетаційного періоду залежала від досліджуваних факторів. Вона підвищувалася щодо контролю на час формування бобів у варіантах допосівної інокуляції насіння мікробіологічним препаратом на основі азотфіксуючих мікроорганізмів Ризоактив соя на 1,5 т/га, у варіанті поєднаного застосування Ризоактив соя + Enzym Аміностим - на 2,2 т/га.

На фоні внесення P<sub>70</sub>K<sub>70</sub> величина даного показника становила 15,6 т/га. Поєднання мінерального удобрення і допосівної інокуляції насіння сприяло

збільшенню абсолютно сухої маси рослин до 16,7 т/га. У варіанті комплексного застосування  $P_{70}K_{70}$ , мікробіологічного препарату та біостимулятора росту рослин листкова поверхня була найбільш розвиненою із перевищенням щодо контрольного варіанту на 4,6 т/га.

Найбільш сприятливі умови формування листкової поверхні рослин створюватися на фоні внесення  $N_{20}P_{70}K_{70}$ , що виражалось у помітному збільшенні сухої маси рослин порівняно з контролем у варіанті інокуляції насіння мікробіологічним препаратом Ризоактив соя на 5,5 т/га, у варіанті поєднання застосування мікробіологічного препарату і біостимулятора росту рослин Enzym Аміностим - на 6,3 т/га.

#### **4.3. Формування симбіотичного апарату сої залежно від застосування мінеральних добрив та біостимуляторів росту рослин**

Унікальною біологічною особливістю сої, як зернобобової культури є здатність фіксувати молекулярний азот повітря та використовувати продукти азотфікасації у процесі свого росту і розвитку. Потужний розвиток симбіотичного апарату у ризосфері кореневої системи її рослин обумовлюється не тільки ефективною взаємодією генотипів рослини-господаря та симбіотрофних мікроорганізмів, що відбувається за певних умов вирощування, а й впливом елементів технології вирощування, пов'язаних із покращанням поживного режиму.

Експериментальні дані показали, що на початку вегетаційного періоду розміри симбіотичного апарату сої були незначними. Вони поступово збільшувалися до фази бутонізації і максимальних розмірів досягали на час цвітіння. Надалі, від початку фази формування бобів, внаслідок перерозподілу надходження більшої частини асимілятів до насіння, кількість і маса бульбочок на коренях рослин зменшувалися (табл 4.4).

Відмічений позитивний вплив проведення допосівної інокуляції насіння мікробіологічним препаратом на основі азотфіксуючих мікроорганізмів на процес формування симбіотичного апарату сої.

У фазі цвітіння кількість і маса бульбочок, сформованих на коренях рослин у варіанті застосування мікробіологічного препарату Ризоактив соя збільшувалися порівняно з контролем на 2,1 шт. та 25,9 г відповідно, у сорту. За комплексного застосування Ризоактив соя + Enzym Аміностім кількість і маса бульбочок на кореневій системі рослин сої становили 25,2 шт. і 127,8 г відповідно.

Найбільш сприятливі умови формування симбіотичного апарату рослин сої створювалися за поєднання допосівної інокуляції насіння мікробіологічними препаратами та обприскування посівів регулятором росту рослин на фоні фосфорно-калійного удобрення. У даному варіанті кількість і маса бульбочок, сформованих на коренях рослин сої збільшувалася до у сорту Діона 37,4 шт. і 148,8 г.

Таблиця 4.4

**Формування симбіотичного апарату сої залежно від застосування мінеральних добрив та біостимуляторів росту рослин (2021-2022 рр.)**

Варіанти	Фази росту і розвитку рослин					
	Бутонізація		Цвітіння		Формування бобів	
	Кількість бульбочок, шт./росл.	Маса бульбочок, г/росл.	Кількість бульбочок, шт./росл.	Маса бульбочок, г/росл.	Кількість бульбочок, шт./росл.	Маса бульбочок, г/росл.
<b>Без удобрення</b>						
контроль	15,4	48,6	21,7	87,6	19,6	78,5
Ризоактив соя	16,3	72,4	23,8	113,5	21,8	87,2
Ризоактив соя + Enzym Аміностім	17,5	84,3	25,2	127,8	22,3	95,4
<b>P<sub>70</sub>K<sub>70</sub></b>						
без обробки насіння	16,8	57,3	28,5	98,3	23,2	109,8
Ризоактив соя	19,7	85,1	32,7	134,9	23,8	115,3
Ризоактив соя + Enzym Аміностім	20,5	97,8	37,4	148,8	25,6	118,4
<b>N<sub>20</sub>P<sub>70</sub>K<sub>70</sub></b>						
без обробки насіння	15,2	53,4	23,4	94,9	21,3	90,4
Ризоактив соя	17,6	81,5	28,5	129,6	22,9	113,2
Ризоактив соя + Enzym Аміностім	18,9	87,3	29,8	142,7	25,1	120,8

#### 4.4. Продуктивність сої залежно від застосування мінеральних добрив та біостимуляторів росту рослин

Індивідуальна продуктивність рослин є відображенням впливу екзогенних факторів навколишнього середовища на ступінь реалізації генетичного потенціалу сорту і певною мірою надає можливість своєчасно впливати на формування врожаю зерна. Одним із факторів, що визначає структуру елементів урожаю рослин сої є забезпеченість поживними речовинами впродовж вегетаційного періоду.

Результати наших досліджень свідчать, що застосування мікробіологічного на основі азотфіксуючих мікроорганізмів та регулятора росту рослин мало позитивний вплив на основні елементи структури урожаю сої, а саме, на кількість бобів, сформованих на одній рослині та насінин у них, кількість насінин на рослини, масу 1000 насінин (табл. 4.5).

Таблиця 4.5

#### Індивідуальна продуктивність рослин сої залежно від застосування мінеральних добрив та біостимуляторів росту рослин (2021-2022 рр.)

Варіанти	Кількість бобів на 1 рослині, шт.	Кількість насінин у 1 бобу, шт.	Кількість насінин з рослини, шт.	Маса 1000 насінин, г
<b>Без удобрення</b>				
контроль	11,5	1,9	23,7	121,2
Ризоактив соя	14,3	2,0	34,5	129,7
Ризоактив соя + Enzym Аміностим	16,4	2,0	36,9	136,5
<b>P<sub>70</sub>K<sub>70</sub></b>				
без обробки насіння	13,3	2,0	27,7	154,8
Ризоактив соя	15,4	2,0	31,2	167,3
Ризоактив соя + Enzym Аміностим	17,4	2,1	33,8	171,2
<b>N<sub>20</sub>P<sub>70</sub>K<sub>70</sub></b>				
без обробки насіння	14,2	2,0	29,6	165,3
Ризоактив соя	15,6	2,0	32,4	172,3
Ризоактив соя + Enzym Аміностим	18,2	2,2	34,5	177,5

Умови формування індивідуальної продуктивності рослин були найбільш сприятливими за поєднання застосування мікробіологічного препарату, біостимулятора росту рослин на фоні внесення  $N_{20}P_{70}K_{70}$ . У даному варіанті на рослинах формувалося в середньому 18,2 боби із середньою кількістю зерен у них 2,2 шт, що визначало значення загальної кількості зерен з рослини на рівні 34,5 шт, а маса 1000 насінин підвищувалася до 177,5 г. У варіанті із застосуванням мікробіологічного препарату індивідуальна продуктивність рослин дещо зменшувалася. Рослини формували в середньому 15,6 бобів із середньою кількістю зерен у них 2,0 шт. Всього на рослинах формувалося 32,4 шт насінин, а маса 1000 насінин становила 172,3 г.

Слід відмітити, що застосування мікробіологічного препарату Ризоактив соя сприяло збільшенню порівняно з контролем кількості сформованих на рослинах бобів і зерен у них на 2,8 та 0,1 шт, загальну кількість зерен на рослинах - на 10,8 шт., масу 1000 насінин на 8,5 г.

У варіанті поєднання застосування мікробіологічного препарату і біостимулятора росту рослин на рослинах формувалося в середньому 16,4 боби із середньою кількістю зерен у них 2,0 шт, що визначало значення загальної кількості зерен з рослини на рівні 36,9 шт, а маса 1000 насінин підвищувалася до 136,5 г.

Величина структурних елементів індивідуальної продуктивності рослин та їх кількість на одиниці площі визначили рівень урожайності посівів. Її значення було найвищими за поєднання внесення  $N_{20}P_{70}K_{70}$  та застосування мікробіологічного препарату і біостимулятора росту рослин і становило 2,44 т/га (табл 4.6). У варіанті поєднання внесення мінеральних добрив та проведення інокуляції насіння рівень зернової продуктивності посівів сої був дещо меншим - 2,22 т/га.

Таблиця 4.6

**Урожайність зерна сої залежно від застосування мінеральних добрив та біостимуляторів росту рослин (2021-2022 рр.)**

Варіанти	Урожайність зерна, т/га		Середнє за 2 роки, т/га
	2021	2022	
<b>Без удобрення</b>			
контроль	1,75	1,89	1,82
Ризоактив соя	1,87	1,95	1,91
Ризоактив соя + Ензим Аміностим	1,97	2,12	2,05
<b>P<sub>70</sub>K<sub>70</sub></b>			
без обробки насіння	1,98	2,07	2,02
Ризоактив соя	2,13	2,18	2,15
Ризоактив соя + Ензим Аміностим	2,24	2,28	2,26
<b>N<sub>20</sub>P<sub>70</sub>K<sub>70</sub></b>			
без обробки насіння	2,09	2,12	2,11
Ризоактив соя	2,21	2,23	2,22
Ризоактив соя + Ензим Аміностим	2,41	2,47	2,44

НР<sub>0,95</sub>, т/га А – 0,06; В – 0,07; АВ – 0,10

В цілому по досліді застосування мікробіологічного препарату сприяло підвищенню продуктивності сої порівняно з контролем на 0,09 т/га. За його поєднання із позакореневою обробкою посівів біостимулятором росту рослин прибавка врожаю по відношенню до контролю становила 0,23 т/га.

Більш ефективним виявилось поєднання даних агротехнологічних прийомів із внесенням мінеральних добрив дозою діючої речовини P<sub>70</sub>K<sub>70</sub>. Величина зернової продуктивності посівів сої підвищувалася порівняно з контролем у варіанті P<sub>70</sub>K<sub>70</sub> + Ризоактив соя на 0,33 т/га, у варіанті P<sub>70</sub>K<sub>70</sub> + Ризоактив соя + Ензим Аміностим - на 0,44 т/га.

## РОЗДІЛ 5

### ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ БІОСТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН У АГРОТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЦЕСІ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

Удосконалення агротехнологічного процесу вирощування сільськогосподарських культур та впровадження нових елементів технології повинна бути економічно обґрунтованою і вигідною.

Розрахунок економічної ефективності вирощування сої, на основі оптимізації поживного режиму рослин за рахунок застосування мінеральних добрив, мікробіологічного препарату та біостимулятора росту рослин проводили на основі вартості матеріальних ресурсів (технологічних прийомів, насіння, пестицидів, добрив і пального) та виконаних робіт станом на 2022 рік. Величина реалізаційної ціни зерна сої становила 14500 грн/т.

На основі проведених розрахунків визначено, що агротехнологічні прийоми, які вивчалися мали безпосередній вплив на величину економічної ефективності вирощування сої.

У середньому за роки проведення досліджень рівень загальних виробничих витрат становив 25900-26894 грн./га. Собівартість виробництва 1 т зернової продукції складала 11253-13015 грн./т і обумовлювалася рівнем зернової продуктивності посівів.

Розрахунки економічної ефективності вирощування сої показали, що найбільш доцільним виявилось поєднання внесення  $N_{20}P_{70}K_{70}$  допосівної інокуляції насіння і проведення обприскування посівів біостимулятором росту рослин де рентабельність виробництва насінневої продукції сорту Діона становила 59,4 % (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

**Економічна ефективність мінерального удобрення та застосування біостимуляторів росту рослин у агротехнологічному процесі вирощування сої (202-2022 рр.)**

Варіанти	Вартість валової продукції грн./га	Виробничі витрати, грн./га	Умовно-чистий прибуток, грн./га	Собівартість, грн./т	Рентабельність, %
<b>Без удобрення</b>					
контроль	26390	25985	1335	13766	9,69
Ризоактив соя	27695	26325	1370	13782	9,94
Ризоактив соя + Enzym Аміностим	29725	26778	2947	13062	22,5
<b>P<sub>70</sub>K<sub>70</sub></b>					
без обробки насіння	29290	26425	2865	13081	21,9
Ризоактив соя	31175	26625	4550	12383	36,7
Ризоактив соя + Enzym Аміностим	32770	26894	5876	11900	49,4
<b>N<sub>20</sub>P<sub>70</sub>K<sub>70</sub></b>					
без обробки насіння	30595	27925	2670	13234	20,2
Ризоактив соя	32190	28344	3846	12767	30,1
Ризоактив соя + Enzym Аміностим	35380	28456	6924	11662	59,4

## РОЗДІЛ 6

### ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА

Важливими елементами інтенсифікації виробничого процесу отримання аграрної продукції є широке застосування мінеральних добрив, пестицидів та інших хімічних речовин, що разом із підвищенням рівня зернової продуктивності посівів мають суттєвий, здебільшого, негативний вплив не тільки на умови життєдіяльності ґрунтової біоти, а й на агроєкосистеми в цілому [72].

Загально відомим є той факт, що внесення мінеральних добрив сприяє покращанню поживного режиму рослин, а отже посилює ростові процеси, процеси формування асиміляційної поверхні рослини, формування їх продуктивності та покращання якості продукції. Результати наукових досліджень стверджують, що застосування мінеральних добрив забезпечує підвищення рівня урожайності на 50 % [73-75].

Разом з тим слід брати до уваги те, що складовими частинами мінеральних добрив окрім поживних елементів виступають токсичні і небезпечні домішки, до яких відносяться важкі метали, природні радіонукліди. Їх найвищим вмістом характеризуються фосфорні добрива, та комплексні мінеральні добрива, до складу яких входить фосфор [76-79].

Характерною особливістю негативного впливу мінеральних добрив є їх постійне тривале застосування на одному місці. Тож разом із добривами до ґрунту надходить значна кількість токсикантів, що надалі є активними складовими елементами міграційних та транслокаційних процесів, що відбуваються в об'єктах навколишнього середовища [80-84].

На відміну від пестицидів, де тривалість періоду напіврозпаду діючих речовин пестицидів становить від годин, днів до кількох місяців, розкладання важких металів може тривати 500, 1100, 1500 та кілька тисяч років [85].

Застосування агрохімікатів у агротехнологічному процесі вирощування сільськогосподарських культур призвело до значного забруднення ґрунтів, ґрунтових вод важкими металами. Із ґрунту значна кількість токсикантів надходить в рослини [86].

Токсиканти, що надійшли із ґрунту до рослини, передаються за ланцюгами харчування і характеризуються згубною дією на рослинні, тваринні та людські організми.

До людського організмі важкі метали (фтор, миш'яку) найчастіше потрапляють за складною системою: ґрунт—рослина—людина, ґрунт—рослина—тварина—людина, ґрунт—вода—людина, ґрунт—повітря—людина, ґрунт—водойма—мешканці водойм—людина [87]. Перевищення їх кількості у харчових продуктах в кількостях, більше ніж в 2-3 рази є небажаним, перевищення гранично допустимої концентрації є неприпустимим.

Вміст вісьмох елементів (ртуть, кадмій, свинець, миш'як, мідь, стронцій, цинк, залізо) є контрольованим показником при здійсненні міжнародної торгівлі продуктами харчування, включеним об'єднаною комісією ФАО та ВООЗ за харчовим кодексом [88].

Небезпечність нітратів, що накопичуються в рослинах, обумовлена в основному їх відновленням до нітритів, що, утворюючи з аліфатичними амінами нітрозаміни, можуть викликати канцерогенну дію [90].

Тому на сьогодні досить важливим є здійснення екологічної оцінки як окремих елементів, так і агротехнологічного процесу вирощування сільськогосподарських культур в цілому. Таку оцінку необхідно робити ще на стадії розробки та апробації перед широким впровадженням у виробництво.

У запропонованому агротехнологічному процесі вирощування кукурудзи суттєвого удосконалення потребує внесення мікро- та макроелементів з урахуванням показників родючості ґрунту [90].

Екологічна безпека сьогодні знаходиться під контролем держави і регулюється нормативно-правовими актами, серед яких: Закони України "Про охорону навколишнього природного середовища", "Про пестициди і агрохімікати", Указ Президента України "Про державну стратегію України по охороні навколишнього середовища і забезпечення стійкого розвитку", "Санітарні правила по зберіганню, транспортуванню і застосуванню мінеральних добрив в сільському господарстві" №1049-73 [90].

Екологічна експертиза впровадження запропонованих елементів технології вирощування показала, що при вирощуванні кукурудзи допускається внесення мінеральних добрив з урахуванням гранично допустимих концентрацій хімічних елементів у ґрунті.

Одним із найбільш дієвих прийомів зменшення кількості важких металів, що можуть потрапляти до рослин є внесення у ґрунт органічних добрив.

При внесення мінеральних добрив необхідно проводити розрахунок та співвідношення поживних елементів, строків та способів їх внесення. Це дозволить не тільки підвищити рівень продуктивності повісів і покращити якість продукції, а й значно зменшити чи унеможливити забруднення ґрунту і сільськогосподарської продукції токсичними елементами та сполуками.

Під зберігання мінеральних добрив у господарстві рекомендовано виділити спеціально обладнане приміщення та майданички.

Слід використовувати мінеральні добрива у більш доступній для рослин формі. Доцільним є введення еколого-гігієнічних норм якості мінеральних добрив.

Задля запобігання негативного впливу діяльності людини на навколишнє природне середовище, оцінки ступеню екологічної безпеки господарської діяльності та екологічної ситуації на окремих територіях і об'єктах проводиться екологічна експертиза [90].

Її проведення полягає у:

- визначенні ступеня екологічного ризику і безпеки діяльності, що є запланованою чи здійснюваною;
- організації комплексної, науково-обґрунтованої оцінки об'єктів екологічної експертизи;
- встановленні відповідності об'єктів експертизи вимогам екологічного законодавства, санітарних норм, будівельних норм і правил;
- оцінці впливу діяльності об'єктів екологічної експертизи на стан навколишнього природного середовища, здоров'я людей і якість природних ресурсів;

- оцінці ефективності, повноти, обґрунтованості та достатності заходів щодо охорони навколишнього природного середовища і здоров'я людей;
- підготовці об'єктивних, всебічно обґрунтованих висновків екологічної експертизи.

Об'єктами екологічної експертизи є:

- проекти законодавчих та інших нормативно-правових актів;
- передпроектні, проектні матеріали;
- документація по впровадженню нової техніки, технологій, матеріалів, речовин, продукції, реалізація яких може призвести до порушення екологічних нормативів, негативного впливу на стан навколишнього природного середовища, створення загрози здоров'ю людей.

Проведення екологічної ситуації проводиться для визначення екологічних ситуацій, що склалися в окремих населених пунктах і регіонах, а також діючих об'єктів та комплексів, діяльність яких пов'язана із значним негативним впливом на стан навколишнього природного середовища та здоров'я людей.

## РОЗДІЛ 7

### 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 несе директор господарства. У своїй діяльності по охороні праці він керується законодавчими і нормативними актами, наказами і розпорядженнями вищих органів, типовими правилами пожежної безпеки.

Відповідальним за охорону праці на даному підприємстві є інженер з охорони праці. Керівники і спеціалісти господарства несуть відповідальність за стан охорони праці в межах своїх підрозділів і галузей.

Усі роботи, пов’язані з використанням агрохімікатів, до яких безпосередньо належать мінеральні добрива необхідно виконувати під керівництвом спеціаліста із охорони праці. Відповідальність за охорону праці покладають на керівників господарств [86-88].

Щороку перед початком робіт усі задіяні у них працівники, повинні пройти навчання та інструктаж з питань охорони праці та обов’язковий медичний огляд.

Особи, відповідальні за транспортування, зберігання та застосування агрохімікатів, повинні мати допуск (посвідчення) на право роботи із зазначеними засобами. До виконання робіт працівники залучаються за належно оформленим нарядом чи розпорядженням.

Не допускаються до таких робіт особи:

- віком молодше 18 років;
- вагітні й жінки годувальниці;
- особи з різними хронічними захворюваннями, які мають медичні протипоказання.

Проведення робіт із мінеральними добривами має бути максимально механізованим.

Кожен працівник повинен мати комплект спецодягу, спецвзуття та засобів індивідуального захисту (протигаз, респіратор із змінними патронами, захисні окуляри, рукавички тощо) на весь період робіт.

Вибір засобів індивідуального захисту потрібно здійснювати з урахування властивостей пестицидів і мінеральних добрив, умов праці та особистих даних працівника. Захисні засоби необхідно зберігати в спеціально відведених приміщеннях в окремих персональних шафах.

Працівники повинні суворо дотримуватись вимог безпеки під час таких операцій:

- зберігання і видача мінеральних добрив;
- навантажувально-розвантажувальні роботи і транспортування мінеральних добрив до місця внесення;
- проведення операцій внесення мінеральних добрив;

Керівник робіт повинен:

- ознайомити працівників з характеристикою агрохімікатів, особливостями їх впливу на організм людини і навколишнє середовище, заходами безпеки, правилами охорони та гігієни праці;
- провести інструктаж з охорони праці;
- ознайомити працівників з правилами надання домедичної допомоги.

## ВИСНОВКИ

1. Внесення мінеральних добрив дозами діючої речовини  $P_{70}K_{70}$ ,  $N_{20}P_{70}K_{70}$ , проведення допосівної інокуляції насіння мікробіологічними препаратом Ризоактив соя на основі азотфіксуючих бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum*, та обприскування посівів біостимулятором росту рослин Ензим Аміностим (2,0 л/га) має стимулюючий ефект на ростові процеси рослин сої сорту Діона.

2. Внесення мінеральних добрив, проведення інокуляції насіння, а обприскуванням посівів біостимулятором росту рослин у фазі бутонізації та їх поєднання сприяє формуванню потужної надземної частини та розвиненої асиміляційної поверхні, підвищує продуктивність її фотосинтетичної роботи та накопичення рослинами абсолютно сухої біомаси.

3. Найбільш сприятливі умови для формування симбіотичного апарату сої створюються за поєднання внесення  $P_{70}K_{70}$  допосівної інокуляції насіння мікробіологічним препаратом і позакореневого обприскування посівів біостимулятором росту рослин.

5. Поєднання внесення  $N_{20}P_{70}K_{70}$ , допосівної інокуляції насіння мікробіологічним препаратом та обприскування посівів у фазу бутонізації біостимулятором росту рослин сприяє підвищенню насінневої продуктивності посівів сої до 2,44 т/га.

6. За розрахунками економічної ефективності вирощування сої найбільш доцільним є поєднання внесення  $N_{20}P_{70}K_{70}$  допосівної інокуляції насіння і проведення позакореневого обприскування посівів у фазі бутонізації біостимулятором росту рослин де рентабельність виробництва зернової продукції сорту Діона становить 59,4 %.

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

У агротехнологічному процесі вирощування сорту сої Діона для оптимізації протікання продукційного процесу, підвищення насінневої продуктивності посівів найбільш доцільним та економічно виправданим є поєднання внесення  $N_{20}P_{70}K_{70}$ , проведення інокуляції насіння мікробіологічним препаратом на основі азотфіксуючих мікроорганізмів *Bradyrhizobium japonicum* Ризоактив соя (2,0 л/т) та обприскування посівів біостимулятором росту рослин Ензим Аміностим (2,0 лга).

Застосування даних елементів технології дозволяє підвищити рівень зернової продуктивності посівів сої сорту Діона до 2,44 т/га із рентабельністю виробничого процесу на рівні 59,4.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Jarecki W. Bobrecka-Jamro D. 2015. Effect of fertilization with nitrogen and seed inoculation with *Nitragina* on seed quality of soya bean (*Glycine max* (L) Merrill). *Acta Scientiarum Polonorum Agricultura*, vol. 14, no. 3, pp. 51–59.
2. Kahraman A. 2017. Nutritional value and foliar fertilization in soybean. *Journal of Elementology*, Vol. 22 (1), pp. 55–66.
3. Salvagiotti F., Cassman J. E., Specht, D. T. Walters, A. Weiss, and A. Dobermann. 2008. Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybeans: a review. *Field Crops Research*, vol. 108, no. 1, pp. 1–13, 2008.
4. Saito A., S. Tanabata, T. Tanabata. 2014. “Effect of nitrate on nodule and root growth of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.),” *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 15 (3), P. 4464–4480.
5. La Menza N. C., J. P. Monzonb, J. E. Spechta, and P. Grasinia. 2017. Is soybean yield limited by nitrogen supply? *Field Crops Research*, Vol. 213, P. 204–212.
6. Zainab A., Morteza S. D., Amir A. M. 2014. Effect of different levels of nitrogen fertilizer on morphological traits and yield of soybean cultivar. *Advances in Environmental Biology*, Vol. 8, P. 334–337.
7. Kandil H., Farid I. M., Maghraby A. 2013. Effect of cobalt level and nitrogen source on quantity and quality of soybean plant. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*. Vol. 3 (12), P. 185–192,
8. Sohrabi Y., Habibi A., Mohammadi K., Sohrabi M., Heidari G. 2012. Effect of nitrogen (N) fertilizer and foliar-applied iron (Fe) fertilizer at various reproductive stages on yield, yield component and chemical composition of soybean (*Glycine max* L. Merr.) seed. *African Journal of Biotechnology*. Vol. 11 (40), P. 9599–9605.
9. Zobiolo L. H. S., R. S. D. O. Junior Jr., R. J. Kremer, A. S. Muniz, and A. D. O. Junior Jr. 2010. Nutrient accumulation and photosynthesis in glyphosate-resistant soybeans is reduced under glyphosate use. *Journal of Plant Nutrition*. Vol. 33 (12) P. 1860–1873.
10. Graham R. D., R. M. Welch, D. A. Saunders. 2007. Nutritious subsistence food systems,” *Advances in Agronomy*, vol. 92, P. 1–74.
11. Głowacka A. and A. Kasiczak. 2018. Influence of different methods of weed

- regulation on yielding and protein content in seeds of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.),” *Agronomy Science*. Vol. 73 (4), P. 83–92.
12. Ganeteg U, Ahmad I, Jamtgard S, Aguetoni-Cambui C, Inselsbacher E, Svennerstam H, Schmidt S, Nasholm T. 2017. Amino acid transporter mutants of *Arabidopsis* provides evidence that a non-mycorrhizal plant acquires organic nitrogen from agricultural soil. *Plant, Cell & Environment* Vol. 40. P. 413–423.
  13. Tegeder M, Masclaux-Daubresse C. 2018. Source and sink mechanisms of nitrogen transport and use. *New Phytologist* 217: 35–53.
  14. Gruber B.D., Giehl R.F.H., Friedel S., von Wiren N. 2013. Plasticity of the *Arabidopsis* root system under nutrient deficiencies. *Plant Physiology*. Vol. 163. P. 161–179.
  15. Hudson D, Guevara D, Yaish MW, Hannam C, Long N, Clarke JD, Bi YM, Rothstein SJ. 2011. GNC and CGA1 modulate chlorophyll biosynthesis and glutamate synthase (GLU1/Fd-GOGAT) expression in *Arabidopsis*. *PLoS ONE*. Vol. 6. P. 260-265.
  16. Manning G, Whyte D.B., Martinez R., Hunter T., Sudarsanam S. 2002. The protein kinase complement of the human genome. *Science* Vol. 298. P. 1912–1934.
  17. Carstensen A, Szameitat A.E., Frydenvang J., Husted S. 2019. Chlorophyll a fluorescence analysis can detect phosphorus deficiency under field conditions and is an effective tool to prevent grain yield reductions in spring barley (*Hordeum vulgare*, L.). *Plant and Soil* Vol. 434. P. 79–91.
  18. Anschutz U., Becker D., Shabala S. 2014. Going beyond nutrition: regulation of potassium homeostasis as a common denominator of plant adaptive responses to environment. *Journal of Plant Physiology*. Vol. 171. P. 670–687.
  19. Schafer N., Maierhofer T., Herrmann J., Jorgensen M.E., Lind C., von Meyer K., Lautner S., Fromm J., Felder M., Hetherington A.M. 2018. A tandem amino acid residue motif in guard cell SLAC1 anion channel of grasses allows for the control of stomatal aperture by nitrate. *Current Biology*. Vol. 21. P. 1370–1379.
  20. Chen A., Husted S., Salt D.E., Schjoerring J.K., Persson D.P. 2019. The intensity of manganese deficiency strongly affects root endodermal suberization and ion homeostasis. *Plant Physiology*. Vol. 181. P. 729–742.

21. Gupta K., Dey A., Gupta B. 2013. Plant polyamines in abiotic stress responses. *Acta Physiologiae Plantarum*. Vol. 35. P. 2015–2036.
22. Cakmak I. 2005. The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. Vol. 168. P. 521–530.
23. Anschutz U., Becker D., Shabala S. 2014. Going beyond nutrition: regulation of potassium homeostasis as a common denominator of plant adaptive responses to environment. *Journal of Plant Physiology*. Vol. 171. P. 670–687.
24. White P.J., Broadley M.R., El-Serehy H.A., George T.S., Neugebauer K. 2018. Linear relationships between shoot magnesium and calcium concentrations among angiosperm species are associated with cell wall chemistry. *Annals of Botany*. Vol. 122. P. 221–226.
25. Jobe T.O., Zenzen I., Karvansara P.R., Kopriva S. 2019. Integration of sulfate assimilation with carbon and nitrogen metabolism in transition from C3 to C4 photosynthesis. *Journal of Experimental Botany*. Vol. 70. P. 4211–4221.
26. Zheng Z.L., Leustek T. 2017. Advances in understanding sulfur utilization efficiency in plants. In: Hossain M.A., Kamiya T., Burritt D.J., Tran L.S.P., Fujiwara T, Plant macronutrient use efficiency. London, UK: Academic Press, P. 215–232.
27. Du Jardin P. 2015. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*. Vol. 196. P. 3-14.
28. Yakhin O.I., Lubyantsev A.A., Yakhin I.A., Brown P.H. 2017. Biostimulants in plant science: A global perspective. *Frontiers in Plant Science*. Vol. 7. P. 1-32.
29. Yaronskaya E., Vershilovskaya I., Poers Y., Alawady A.E., Averina N., Grimm B. 2006. Cytokinin effects on tetrapyrrole biosynthesis and photosynthetic activity in barley seedlings. *Planta*. Vol. 224. P. 700-709.
30. Singh J., Takhur J.K. 2018. Photosynthesis and abiotic stress in plants. In: Vats S, editor. *Biotic and Abiotic Stress Tolerance in Plants*. Singapore: Springer Nature Singapore Private Ltd. P. 27-46.
- 31 Du Jardin P. 2012. The science of plant biostimulants—A bibliographic analysis, Ad hoc Study Report. Brussels: European Commission. Available from: <http://hdl.handle.net/2268/169257>
- 32 Couto C.A., Peixoto C.P., Vieira E.L., Carvalho E.V., Peixoto V.A.B. 2012. Acao

- da cinetina, ácido indolbutírico e ácido giberélico na emergência do girassol sob estresse por alumínio. *Comunicata Scientiae*. Vol. 3. P. 206-209.
33. Yaronskaya E., Vershilovskaya I., Poers Y., Alawady A.E., Averina N., Grimm B. 2006. Cytokinin effects on tetrapyrrole biosynthesis and photosynthetic activity in barley seedlings. *Planta*. Vol. 224. P. 700-709.
34. Cramer G.R., Urano K., Delrot S., Pezzotti M., Shinozaki K. 2011. Effects of abiotic stress on plants: A systems biology perspective. *BMC Plant Biology*. Vol. 11. P. 163-175.
35. Teale W.D., Paponov I.A., Palme K. 2006. Auxin in action: Signaling, transport and the control of plant growth and development. *Nature Reviews. Molecular Cell Biology*. Vol. 7. P. 847-859.
36. Taiz L., Zeiger E. 2009. *Fisiologia vegetal*. 4th ed. Porto Alegre: Artmed. P. 819-825.
37. Robinson S.A., Slade A.P., Fox G.G., Phillips R., Ratcliffe R.G., Stewart G.R. 1991. The role of glutamate dehydrogenase in plant nitrogen metabolism. *Plant & Cell Physiology*. Vol. 95. P. 509-516.
38. Rhoads D., Handa S., Bressan R.A. 1986. Metabolic changes associated with adaptation of plant cells to water stress. *Plant Physiology*. Vol. 82. P. 890-903.
39. Lea P.J., Sodek L., Parry M.A.J., Shewry P.R., Halford N.G. 2007. Asparagine in plants. *The Annals of Applied Biology*. Vol. 150. P. 1-26.
40. Van Oosten M.A., Pepe O., Pascale S.D., Silletti S., Maggio A. 2017. The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*. Vol.4. P.5-12.
41. Salehi-Lisar S.Y., Bakhshayeshan Agdam H. 2016. Drought stress in plants: Causes, consequences, and tolerance. In: Hossain M.A., Wani S.H., Bhattacharjee S., Burritt D.J., Tran L.P., editors. *Drought Stress Tolerance in Plants: Physiology and Biochemistry*. Switzerland: Springer International Publishing. P. 1-16.
42. Lana A.M.Q. 2009. Aplicação de reguladores de crescimento na cultura do feijoeiro. *Bioscience Journal*. Vol. 25(1). P. 13-20.
43. Рослинництво: підручник / О.І Зінченко, В.Н. Салатенко, М.А. Білоножко; за ред. О.І. Зінченка. К.: Аграр. освіта, 2001. 417 с.

44. Лещенко А.К. Культура сои. К.: Наук. думка, 1978. 235 с.
45. Ямковський В. Особливості сучасної системи удобрення сої. Пропозиція. 2013. № 3. С. 66–70.
46. Почвы Украины и повышение их плодородия. Т.1. Экология, режимы и процессы, классификация и генетико-производственные процессы / Под ред. Н.И. Полулана. К.: Урожай, 1988. 296 с.
47. Закалюжний В.М., Джурка Г.Ф. Полтавська область. Геолого-географічний нарис. Полтава, 2000. 130 с.
48. Метеорологічний звіт за 9 місяців 2018 року по метеорологічному посту с. Степне Полтавського району Полтавської області. Полтава.: Полтавська ДСГДС ім. М.І. Вавилова Інституту свинарства і АПВ НААН, 2018. 19 с.
49. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.:Агропромиздат, 1985. –351с
50. Посыпанов Г.С. Методика определения биологической фиксации азота воздуха. М., 1998. 215 с.
51. Посыпанов Г.С. Энергетическая оценка технологии возделывания полевых культур: Учебное пособие. Москва, 1995. 125 с.
52. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985. Вып.3. 184 с.
53. Бабич А.О. Методика проведення дослідів по кормовиробництву /Під ред А.О.Бабича. Вінниця, 1994. 87 с.
54. Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. М.: АН СССР, 1961. 133 с.
55. Майсурян Н.А. Растениеводство. М.: Колос, 1979. – 320 с.
56. Антипчук А. Ф., Канцелярук Р. М. Антимикробные свойства семян сои по отношению к *Rh. Japonicum*. Микробиологический журнал. 1992. № 3, т. 54. С. 32–34.
57. Бабич А. А., Колісник С. І., Кобак С. Я. Теоретичне обґрунтування та шляхи оптимізації сортової технології вирощування сої в умовах Лісостепу України. Корми і кормовиробництво. 2011. Вип. 69. С. 113–121.
58. Бабич А. А., Петриченко В. Ф. Факторы повышения продуктивности сои в условиях Лесостепи Украины. Докл. ВАСХНИЛ. 1992. № 5. С. 2–4.

59. Бабич А. О. Високоврожайні сорти сої. Аграрний тиждень. Україна. 2013. № 10/11. С. 31.
60. Бабич А. О. Наукові основи сучасних технологій вирощування сої на насіння в умовах Лісостепу України : зб. наук. праць Вінницького ДАУ. 2000. Вип. 7. С. 10–13.
61. Abdul K., M. 2020. Effectiveness of Various Types of Mulching on Soil Moisture and Temperature Regimes under Rainfed Soybean Cultivation. PhD Dissertation, Kyoto University, Kyoto, Japan.
62. Dugje, I.Y., Omoigui L.O., Ekeleme F., Bandyopadhyay R., Lava Kumar P., Kamara, A.Y. 2009. Farmers' Guide to Soybean Production in Northern Nigeria; International Institute of Tropical Agriculture: Ibadan, Nigeria, 23 p.
63. Souza, G.M., Catuchi, T.A., Bertolli, S.C., Soratto, R.P. 2012. Soybean under water deficit: Physiological and yield responses. In A Comprehensive Survey of International Soybean Research - Genetics, Physiology, Agronomy and Nitrogen Relationships; Board James, E., Ed.; IntechOpen: London, UK. P. 273–298.
64. Soya Beans Production Guideline; Department of Agriculture, Forestry and Fisheries: Pretoria, South Africa, 2010.
65. Mangena P. Water stress: Morphological and anatomical changes in soybean (*Glycine max* L). In Plant, Abiotic Stress and Responses to Climate Change; Andjelkovic, V., Ed.; IntechOpen: London, UK, 2018; pp. 9–31.
66. Ничипорович А. А. Физиология и продуктивность растений. Физиология фотосинтеза. М., 1982. С. 7-33.
67. Davis Tim D. Soybean photosynthesis and growth as influenced by flurprimidol. *Compar. Physiol. and Ecol.* 1986. Vol. 11, № 4. P. 166-169.
68. Авратовщукова Н. Генетика фотосинтеза. М.: Колос, 1980. 104 с.
69. Ламан Н. А. Методическое руководство по исследованию смешанных агрофитоценозов. Мн.: Наука і практика, 1996. 101 с.
70. Ничипорович А. А. Теория фотосинтетической продуктивности растений и рациональные направления селекции на повышение продуктивности растений. Физиолого-генетические основы повышения продуктивности зернобобовых культур. М.: Колос, 1975. С. 5–11.

71. Рзаев Г. А. Влажность почвы и интенсивность фотосинтеза. Доклады АН Азейбаржанской ССР. 1968. Т. 24. № 3. С. 43–45.
72. Li D. P., Wu, Z. J. 2008. Impact of chemical fertilizers application on soil ecological environment. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 19. Vol. P. 1158-1165.
73. Weisskopf, P., Reiser, R., Rek, J., Oberholzer, H.R. 2010. Effect on different compaction impacts and varying subsequent management practices on soil structure, air regime and microbiological parameters. *Soil Till. Research* Vol. 111. P. 65-74.
74. Mari G. R., Ji Changying, Jun Zhou. 2008. Effects of soil compaction on soil physical properties and nitrogen, phosphorus, potassium uptake in wheat plants. *J. Transactions of the CSAE*. Vol. 24(1). 74-79.
75. Batey, T. 2009. Soil compaction and soil management -a review. *Soil Use and Management*. 25(4): 335-345.
76. Blanco, C. H., C. H. Gantzer, S. H. Anderson, E. E. Alberts, and F. Ghidry. 2002. Saturated hydraulic conductivity and its impact on simulated runoff for claypan soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* Vol. 66. P. 1596-1602.
77. Rannik K. 2009. Soil compaction effects on soil bulk density and penetration resistance and growth of spring barley (*Hordeum vulgare* L.). *J. Acta Agriculturae Scandinavica. Plant Soil Science*. Vol. 59 (3). P. 265-272.
78. Barzegar A. R., Nadian H., Heidari F., Herbert S. J., Hashemi A. M. 2006. Interaction of soil compaction, phosphorus and zinc on clover growth and accumulation of phosphorus. *Soil & Tillage Res.* 87: 155-162
79. Beylic A., Oberholzer H. R., Schrader S., Hoper H., Wilke B. M. 2010. Evaluation of soil compaction effects on soil biota and soil biological processes in soils. *Soil & Tillage Res.* Vol. 109(2). P. 133-143.
80. Dexter A. R., Richard G., Arrouay D., Czyz E. A., Jolivet C., Duval O. 2008. Complexed organic matter controls soil physical properties. *Geoderma*. Vol. 144. P. 620-627.
81. Celik I., Gunal H., Budak M., Akpinar C. 2010. Effects of long-term organic and mineral fertilizers on bulk density and penetration resistance in semiarid Mediterranean soil conditions. *Geoderma*. Vol. 160(2). P. 236-243.
82. Chandini K. R., Kumar R., Prakash O. 2019. The impact of chemical fertilizers on

- our environment and ecosystem. Research trends in environmental Sciences, 2<sup>nd</sup> edition. P. 69-86.
83. Sonmez Kaplan, M., Sonmez, S. 2007. An investigation of seasonal changes in nitrate contents of soils and irrigation waters in greenhouses located in Antalya-Demre region. Asian Journal of Chemistry. Vol. 19 (7). P. 56-89.
84. Savci, S. 2012. Investigation of effect of chemical fertilizers on environment. Apcbee Procedia. Vol. 1. P. 287-292
85. Bisht N., Tiwari S., Singh P.C., Niranjana A., Chauhan P.S. 2019. A multifaceted rhizobacterium *Paenibacillus lentimorbus* alleviates nutrient deficiency-induced stress in *Cicer arietinum* L. Microbiol. Res. P. 223-225.
86. Jacoby R., Peukert M., Succurro A., Koprivova A., Kopriva S. 2017. The role of soil microorganisms in plant mineral nutrition-current knowledge and future directions. Front. Plant Sci. Vol. 8. P. 16-17.
87. Bargaz A., Lyamlouli K., Chtouki M., Zeroual Y., Dhiba D. 2018. Soil microbial resources for improving fertilizers efficiency in an integrated plant nutrient management system. Front. Microbiol. Vol. 9. P. 16-22.
88. Liang R., Hou R., Li J., Lyu Y., Hang S., Gong H., Ouyang Z. 2020. Effects of Different Fertilizers on Rhizosphere Bacterial Communities of Winter Wheat in the North China Plain. Agronomy. Vol. 10.
89. Wu L., Jiang Y., Zhao F. He X., Liu H., Yu K. 2020. Increased organic fertilizer application and reduced chemical fertilizer application affect the soil properties and bacterial communities of grape rhizosphere soil. Sci Rep. Vol. 10. P. 95-114.
90. Вирощування екологічно чистої продукції рослинництва / За ред. Є.Г. Дегодюка К.: Урожай, 1992. 317 с.
91. Скрипник К. Впроваджуємо на підприємстві систему управління охороною праці, Довідник спеціаліста з охорони праці, 2017, №7. С18-32.
92. Про що говорили за круглим столом до Дня охорони праці у Києві, Довідник спеціаліста з охорони праці, 2017, №5, С4-5.
93. Закон України “Про охорону праці” Державний комітет України по нагляду за охороною праці. К.: Норматив, 2005.

**ДОДАТОК А**  
**ХАРАКТЕРИСТИКА МІКРОБІОЛОГІЧНОГО ПРЕПАРАТУ**  
**РИЗОАКТИВ СОЯ**

Інокулянт, діючою речовиною якого є три штами бульбочкових бактерій бульбочкові бактерії *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, *Bradyrhizobium japonicum* еко/002, *Bradyrhizobium japonicum* еко/003.

Покращення азотного живлення рослин сої шляхом ефективного здійснення процесу біологічної фіксації азоту.

Бульбочкові бактерії *Bradyrhizobium japonicum* вступають в симбіотичні стосунки з рослинами сої, здійснюють процес біологічної фіксації азоту, покращуючи їх азотне живлення.

В препараті поєднано три високоактивні штами азотфіксувальних бактерій *Bradyrhizobium japonicum*, які крім симбіотичних (вірулентність, конкурентоздатність, нітрогеназна активність), характеризуються рядом специфічних властивостей, що забезпечує кращий розвиток кореневої системи. Різні швидкості росту біоагентів підвищують імовірність утворення симбіотичного апарату (бульбочок) в продовж вегетації культури. Також дані штами володіють високою адаптивною здатністю до різних ґрунтових та погодних умов.

#### **Переваги препарату:**

- Композиція штамів бактерій є комплементарною до більшості сортів сої вітчизняної та зарубіжної селекції
- Три препаративні форми роблять можливою обробку насіння будь-яким наявним обладнанням
- Містить у своєму складі комплекс екстендерів – речовин, які дозволяють тривалий час зберігати всі властивості препарату та утримувати його на насінні
- Обробка насіння дозволяється за 30 днів до посіву
- Біоагенти препарату стійкі до широкого спектру хімічних засобів захисту та можуть застосовуватися з ними одночасно
- Використання препарату дозволяє знизити норми внесення мінеральних добрив
- Препарат виготовляється згідно екобезпечних технологій та дозволений для органічного виробництва

**Особливості застосування:** препарат Ризоактив Концентрат випускається в трьох марках, Р (рідкий), Т (на основі торфу), В (на основі активованого вугілля), завдяки чому може використовуватися для передпосівної обробки насіння в господарствах з різним технічним оснащенням (ручна обробка, безпосередньо в сівалках, обробка за допомогою протруювальних машин).

Удосконалені формули усіх трьох марок забезпечують рівномірний розподіл препарату в масі насіння та гарантоване покриття кожної насінини.

**Інструкція по застосуванню:** рекомендуємо обирати марку Р для обробки насіння в протруювальних машинах, марку Т – для обробки вручну та за допомогою бетономішалок, марку В – для обробки безпосередньо в сівалці. При обробці насіння вручну або за допомогою спеціальних пристроїв (навантажувачів, бетономішалок, тощо) необхідно забезпечити рівномірний розподіл біопрепарату в масі насіння.

**Сухий спосіб:** додати необхідну кількість інокулянту (з розрахунку на 1 т насіння) безпосередньо в бункер сівалки, ретельно перемішати з насінням.

**Сумісне використання препарату з хімічними протруйниками:** біоагенти препарату толерантні до ряду препаратів для протруювання на основі протіоконазолу, металаксилу, флудіоксонілу, кіраксилу, карбоксину, тіабендазолу.

## **ХАРАКТЕРИСТИКА БІОСТИМУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН ENZYM АМІНОСТИМ**

**Склад препарату:** Комплексний препарат, який містить набір основних вільних амінокислот рослинного походження, отриманих шляхом ферментативного гідролізу. Амінокислоти знаходяться в легкозасвоюваній для рослини формі (L- $\alpha$ -амінокислоти) і можуть швидко без додаткових затрат енергії бути залучені до обміну речовин, в результаті чого звільнена енергія витрачається для інших фізіологічних процесів. Фітогормони, що входять до

складу препарату, сприяють покращенню білкового обміну.

**Склад препарату:** Вільні амінокислоти 134 г/л; азот загальний 24 г/л; фосфор водорозчинний 20 г/л; калій водорозчинний 20г/л; ауксини 10 г/л; цитокініни 0,03 г/л.

**Переваги препарату:** Активізує білковий обмін і пришвидшує синтез захисних білків, пріє закладанню більшої кількості квіток і суцвіть, подовжує стресостійкість рослин за високих температур і посухи, швидке відновлення вегетативної маси після градобю та механічних пошкоджень, регенерація рослин після пошкодження шкідниками та хворобами, підвищує врожайність та якість продукції.

## ДОДАТОК В

УДК 631.5:633.358

### **ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ ТА БІОСТИМУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ**

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

**Понятенко А.О.**, СВО Магістр за спеціальністю 201 – Агрономія

*Полтавський державний аграрний університет*

**Актуальність теми.** Соя (*Glycine max* L. Merr.) є однією з ключових продовольчих, кормових і технічних зернових бобових культур у світі. Вона займає вагомі позиції у забезпеченні сектора народного господарства білком та

рослинною олією. Насіння сої містить життєво важливі поживні речовини, такі як білки, до складу яких входять незамінні амінокислоти, вуглеводи, олію, вітаміни,  $\alpha$ -токоферол і мінеральні сполуки [1-3].

Серед основних корисних ефектів для здоров'я, отриманих від споживання соєвого білка є зниження рівня холестерину в крові, профілактика серцево-судинних захворювань, раку молочної залози, остеопорозу у жінок і полегшення симптомів менопаузи [4].

Вирощування сої сприяє покращанню родючості ґрунту, за рахунок надходження від 50 до 300 кг фіксованого бульбочковими бактеріями, молекулярного азоту, та повернення до ґрунту 1–1,5 т/га багатих поживними речовинами, поживних решток [5].

Вагомими факторами підвищення продуктивності посівів сої та посилення їх стійкості до несприятливих факторів середовища у ході вегетаційного періоду є покращання поживного режиму рослин.

У групі макроелементів, основними і важливими поживними речовинами для росту та розвитку рослин є азот, фосфор і калій.

Азот вважається основним компонентом підвищення інтенсивності вегетативного росту. Він є основним складовим елементом хлорофілу, що максимізує фотосинтетичну здатність, загальний вміст вуглеводів, розчинних цукрів і NPK у рослинах. Досить відомим фактом є модуляція вмісту сухої речовини та білка в зернових бобових культурах як з якісної, так і з кількісної точок зору за рахунок внесення азоту.

Фосфор, приймаючи участь у життєво важливих метаболічних функціях, шляхом впливу на процеси накопичення та передачі енергії у рослинах, визначає вміст загальних вуглеводів, розчинних цукрів і мінеральних речовин у рослинах, що відповідно впливає на розвиток кореневої системи, показники росту вегетативних органів, та формування і розвиток генеративної сфери рослин. Фосфор забезпечує енергією у формі АТФ метаболізм азоту і, отже, сприяє розвитку симбіотичного і фотосинтезуючого апаратів, та розподілу вуглецю між органами і накопиченню біомаси.

Калій регулюючи водний баланс у клітинних рослин, а також підвищуючи активність ферментів, що приймають участь у вуглеводному і азотному обміні, стимулює розвиток кореневої системи і надземної частини рослин, збільшує їх продуктивність та якісні показники врожаю, а також підвищує стійкість до несприятливих чинників навколишнього середовища [6].

Перевагою застосування регуляторів росту рослин є їх здатність підвищувати ефективність використання рослиною поживних речовин і максимально реалізувати генетичний та фізіологічний потенціал, бути не токсичними для рослини та навколишнього середовища, а також нейтралізувати дію важких металів в ґрунті.

Регулятори росту рослин залежно від діючої речовини є природними або синтетичними сполуками, що мають широкий спектр дії, характеризуються здатністю регулювання спрямованості фізіолого-біохімічних процесів з метою підвищення рівня життєдіяльності рослин, зокрема формування потужного фотосинтетичного апарату, активації процесів синтезу, накопичення і

перерозподілу асимілятів, азотовмісних сполук у різних органах рослин залежно від періоду онтогенезу, а також із вегетативних органів до плодів [7].

У їх групі досить популярними у використанні є біостимулятори росту на основі амінокислот, які отримують шляхом хімічного синтезу, з рослинних і тваринних білків шляхом хімічного або ферментативного гідролізу. Амінокислоти є основними будівельними блоками білків і виконують численні функції в рослині - структурну, метаболічну та транспортну [8].

Рослини можуть створювати амінокислоти, але цей синтез вимагає великих витрат енергії. Таким чином, застосування готових до засвоєння амінокислот дозволяє рослинам економити енергію та прискорювати темпи їх розвитку або реконструкції, особливо в критичні періоди розвитку.

Амінокислоти також відомі в промисловості продуктів для сільського господарства як хелати іонів металів. Мікроелементи, хелатовані амінокислотами, утворюють електрично нейтральні молекули, які прискорюють їх поглинання та транспортування в рослині [9].

**Мета роботи** - визначення впливу мінерального удобрення та застосування біостимулятора росту рослин на основі амінокислот на формування продуктивності 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 2021–2022 рр.

Складовими дослідження були варіанти без мінерального удобрення і застосування біостимулятора, із застосуванням мінеральних добрив дозою діючої речовини  $N_{20}P_{60}K_{70}$ , проведенням обприскування посівів біостимулятором росту рослин Enzym Аміностим (2,0 л/га) у фазі бутонізації та їх поєднанням.

Варіанти і повторення досліду розміщувалися систематично у чотириразовій повторності. Облікова площа ділянки становила 50 м<sup>2</sup>.

**Результати досліджень.** Життєво важливим компонентом створення біомаси сільськогосподарських культур є процес фотосинтезу. Фотосинтетична діяльність рослин в посівах визначається величиною листової поверхні. Розвиток потужного асиміляційного апарату за короткий термін, інтенсивність, продуктивність і тривалість його функціонування визначили рівень продуктивності окремих рослин та агрофітоценозу в цілому.

Результати наших досліджень свідчать, що проведення мінерального удобрення, застосування біостимулятора росту рослин та їх поєднання підвищувало інтенсивність наростання листової поверхні сої. Найбільш розвиненою вона була у варіанті  $N_{20}P_{60}K_{70}$  + Enzym Аміностим у фазі зав'язування бобів. Величина площі листової поверхні за проведення комплексу даних агротехнологічних прийомів підвищувалася до 34,5 тис. м<sup>2</sup>/га.

Посіви з добре розвиненою листовою поверхнею характеризувалися підвищенням рівню фотосинтетичної продуктивності та накопичували більшу кількість органічної речовини. Маса сухих рослин збільшувалася у варіантах мінерального удобрення та застосування біостимулятора росту. Слід відмітити, що ефект від внесення мінеральних добрив був вищим. Найбільш інтенсивне накопичення рослинами органічної біомаси було відмічено у варіанті

поєднання внесення  $N_{20}P_{60}K_{70}$  та застосування біостимулятора росту Enzym Аміностим.

Підвищення інтенсивності продукування органічних речовин та їх розподіл між органами визначили величину компонентів врожаю. У ході дослідження був виявлений позитивний ефект мінерального удобрення, застосування біостимулятора росту рослин та їх комбінації на кількість бобів і зерен на рослинах, масу 1000 зерен. Відповідно до зростання продуктивності окремих рослин урожайності зерна порівняно із контролем збільшувалася у варіантах внесення мінеральних добрив на 20,4 %, застосування біостимулятора росту рослин Enzym Аміностим - на 9,82 %, та їх поєднання - на 32,2 %.

**Висновок.** Таким чином, поєднання мінерального удобрення та застосування біостимулятора росту рослин покращує умови формування та функціонування фотосинтезуючого апарату, що надає можливість підвищення продуктивності рослин і збільшення урожайності посівів сої до 2,46 т/га.

### Бібліографічний список

1. Hanhur V., Marenych M., Yeremko L., Yurchenko S., Hordieieva Ye., Korotkova I. (2020). The effect of soil tillage on symbiotic activity of soybean crops. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. Vol. 26 (No 2). P. 365-374.
2. Єремко Л. С., Гангур В. В., Киричок О. О., Сокирко Д. П. Мінеральне живлення як фактор підвищення фотосинтетичної продуктивності і урожайності посівів гороху. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 50-56. doi: 10.31210/visnyk2019.03.06
3. Гангур В.В. Єремко Л.С. Тривалість міжфазних періодів сої залежно від способів основного обробітку ґрунту. *Матеріали Х науково-практичної інтернет-конференції «Інноваційні аспекти сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур» (присвячена 115 річчю з дня народження професора Є. С. Гуржій)*. Полтавська державна аграрна академія, 2021. С. 25-29.
4. Gutierrez L., Mongelard G., Floková K., Păcurar D.I., Novák O., Staswick P., Kowalczyk M., Păcurar M., Demailly H., Geiss G. (2012). Auxin controls *Arabidopsis* adventitious root initiation by regulating jasmonic acid homeostasis. *The Plant Cell*. Vol. 24 P. 2515-2527. doi 10.1105/tpc.112.099119.
5. Das A., Babu S., Yadav G.S., Ansari M.A., Singh R., Baishya L.K., Rajkhowa D.J., Ngachan S.V. (2016). Status and strategies for pulses production for food and nutritional security in North-Eastern Region of India. *Indian J. Agron*. Vol. 61. P. 43-47.
6. Mitran T., Meena R.S., Lal R., Layek J., Kumar S., Datta R. Role of Soil Phosphorus on Legume Production. In *Legumes for Soil Health and Sustainable Management*. Singapore, 2018. P. 487-510.
7. Анишин Л. А., Пономаренко С. П., Жилкин В. О, Грицаенко З. М. Технологии применения регуляторов роста растений в земледелии. Киев: Агробиотех, 2006. С. 7-22.
8. Paleckiene R., Sviklas A., Šlinkšiene R. (2007). Physicochemical properties of a microelement fertilizer with amino acids. *Russ. J. Appl.* Vol. 80. P. 352-357.

9. Maini P. (2006). The experience of the first biostimulant based on amino acids and peptides: A short retrospective review. *Fertilitas. Agrorum*. Vol. 1. P. 29-43.

### **Анотація**

**Єремко Л.С., Понятенко А.О. Вплив мінерального удобрення та біостимулятора росту рослин на формування продуктивності сої.**

У ході досліджень, проведених у 2021-2022 рр., визначено, що удосконалення агротехнологічного процесу вирощування сої на основі комплексного застосування мінеральних добрив та бірестимулятора росту рослин надає можливість підвищити індивідуальну продуктивність рослин та урожайність зерна сої до 2,46 т/га.

**ДОДАТОК С**

## АНОТАЦІЯ

**Понятенко А.О.** Урожайність сої залежно від застосування мінеральних добрив і біостимуляторів росту

Дипломна робота на здобуття СВО Магістр.

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

**Обсяг магістерської роботи:** 73 с., 9 табл., 3 додатки, 93 літературних джерел.

**Об'єкт досліджень:** процеси лінійного росту, розвитку, формування асиміляційної поверхні, симбіотичного апарату, наростання надземної органічної біомаси рослин, насінневої продуктивності залежно від застосування мінеральних добрив, мікробіологічного препарату і біостимулятора росту рослин.

**Мета роботи:** визначення впливу забезпеченості рослин елементами мінерального живлення впродовж вегетаційного періоду застосування мікробіологічного препарату та біостимулятора росту на формування симбіотичного апарату, та насінневої продуктивності сої.

**Результати та їх новизна:** уперше в умовах зони Лівобережного Лісостепу України визначено ефективність комплексного застосування мінеральних добрив, мікробіологічного препарату на основі бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum* Ризоактив соя (2,0 л/т), обприскування посівів біостимуляторів росту рослин Ензим Аміностим (2,0 л/га). Впровадження даних елементів технології вирощування надає можливість підвищити зернову продуктивність сої сорту Діона до 2,44 т/га.

**Основні наукові та практичні результати:** визначено вплив досліджуваних факторів на ріст і розвиток рослин, фотосинтетичну діяльність посівів, інтенсивність створення органічної біомаси та їх зернову продуктивність. Удосконалено агротехнологічний процес вирощування сої за рахунок оптимізації поживного режиму, та підвищення стійкості рослин до дії стрес-факторів шляхом поєднання внесення мінеральних добрив, проведення інокуляції насіння мікробіологічним препаратом на основі азотфіксуючих мікроорганізмів та позакореневого обприскування посівів у фазі бутонізації біостимулятором росту рослин.

**Галузь застосування:** 20 Аграрні науки та продовольство.

**Значення роботи та висновки:** У агротехнологічному процесі вирощування сорту сої Діона для оптимізації протікання продукційного процесу, підвищення насінневої продуктивності посівів найбільш доцільним та економічно виправданим є поєднання внесення  $N_{20}P_{70}K_{70}$ , проведення інокуляції насіння мікробіологічним препаратом на основі азотфіксуючих мікроорганізмів *Bradyrhizobium japonicum* Ризоактив соя (2,0 л/т) та обприскування посівів біостимулятором росту рослин Ензум Аміностим (2,0 лга).

Застосування даних елементів технології дозволяє підвищити рівень зернової продуктивності посівів сої сорту Діона до 2,44 т/га із рентабельністю виробничого процесу на рівні 59,4.

**Перелік ключових слів:** соя, продуктивність, урожай, мінеральні добрива, мікробіологічний препарат, біостимулятор росту рослин.