

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

Кафедра землеробства і агрохімії ім. В.І. Сазанова

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

**«Урожайність сортів сої залежно від інокуляції та
генетичних властивостей»**

Виконав: здобувач вищої освіти
за ОПІ Насінництво і насіннезнавство
спеціальності 201 Агрономія
ступені вищої освіти магістр
денної форми навчання
Сокура Олег Миколайович

Керівник: Оксана ЛАСЛЮ, к.с.-г.н., доцент
Рецензент: Микола МАРЕНИЧ, д.с.-г.н., професор

Полтава – 2024 року

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий інститут агротехнологій, селекції та екології
Кафедра землеробства і агрохімії ім. В.І. Сазанова
Освітньо-професійна програма Насінництво і насіннєзнавство
Спеціальність 201 Агрономія
Ступінь вищої освіти магістр

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

д. с.-г. н., професор Сергій ПОСПЄЛОВ

«__» _____ 202__ року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Сокурі Олегу Миколайовичу

1. Тема роботи: «Урожайність сортів сої залежно від інокуляції та генетичних властивостей»

керівник роботи **Оксана ЛАСЛО**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

затвержені наказом вищого навчального закладу від «__» _____ 20__ року №__

2. Строк подання здобувачем роботи

«__» _____ 2024р.

3. Вихідні дані до роботи

1. Нормативно-довідкова література.
2. Літературні джерела, у т.ч. інтернет-ресурси.
3. Польові дослідження, аналіз отриманих даних.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Аналіз літературних джерел за темою кваліфікаційної роботи

Умови та методика проведення досліджень

Результати досліджень за темою кваліфікаційної роботи

Економічна ефективність

Екологічна експертиза

Охорона праці

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): не передбачено.

6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис | |
|--|---|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| РОЗДІЛ 4 Економічна ефективність вирощування сої залежно від інокуляції та генетичних особливостей | | | |
| РОЗДІЛ 5 Екологічна експертиза | | | |
| РОЗДІЛ 6 Охорона праці | | | |

7. Дата видачі завдання « » 202 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи |
|-------|---|-------------------------------|
| 1 | Ознайомлення з місцем розташування сільськогосподарського підприємства, його ґрунтовими та кліматичними умовами. | жовтень 2023 |
| 2 | Підбір та опрацювання літературних джерел за темою кваліфікаційної роботи (розділ 1). | жовтень 2023р-листопад 2024р |
| 3 | Опис умов та методики проведення досліджень. Опис технології вирощування сої. Характеристика сортів сої та інокулянтів (розділ 2). | квітень – липень 2024 |
| 4 | Опис та аналіз отриманих даних за темою кваліфікаційної роботи (розділ 3). Укладання даних досліджень у табличну форму, детальний аналіз, висновки та пропозиції виробництву. | травень – вересень 2024р |
| 5 | Визначення економічної ефективності результатів досліджень (розділ 4). | вересень 2024р |
| 6 | Аналіз заходів з екологічної експертизи (розділ 5) | серпень 2024р |
| 7 | Аналіз заходів з охорони праці (розділ 6), висновки, рекомендації. | серпень 2024р |
| 8 | Подання кваліфікаційної роботи керівнику | жовтень 2024р |
| 9 | Подання кваліфікаційної роботи до захисту | грудень 2024р |

Здобувач вищої освіти _____ **Олег СОКУРА**

Керівник роботи, к .с.-г. н., доцент _____ **Оксана ЛАСЛО**

| ЗМІСТ | стор. |
|--|--------------|
| ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ | 5 |
| РОЗДІЛ 1. Продуктивність сортів сої залежно від їх генетичних властивостей та інокуляції | 10 |
| РОЗДІЛ 2. Умови та методика проведення досліджень | 20 |
| 2.1 Ґрунтово-кліматичні умови території проведення досліджень | 20 |
| 2.2 Методика проведення досліджень | 23 |
| 2.3 Технологія вирощування сої в досліді | 27 |
| РОЗДІЛ 3. Результати досліджень | 30 |
| 3.1 Лабораторні та польові фенологічні спостереження у досліді | 30 |
| 3.2 Вплив інокулянтів на елементи структури урожаю сої | 37 |
| 3.3 Вплив інокулянтів на урожайність сортів сої та їх якісні показники | 39 |
| РОЗДІЛ 4. Економічна ефективність вирощування сої залежно від інокуляції та генетичних особливостей | 42 |
| РОЗДІЛ 5. Екологічна експертиза | 46 |
| РОЗДІЛ 6. Охорона праці | 50 |
| ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ | 56 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ | 59 |
| ДОДАТКИ | 64 |
| АНОТАЦІЯ | |

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Відомо, що соя, як бобова культура, здатна фіксувати власний азот. Її рослини здатні засвоювати до 250 кг атмосферного азоту, з яких до 100 кг може залишатися у пожнивних рештках після збирання врожаю. Саме тому соя є гарним попередником для наступних культур в плані накопичення азоту і дозволяє заощаджувати на азотних добривах. Крім того, покращене засвоєння азоту рослинами сої дозволяє отримувати вищі врожаї кращої якості з максимальним вмістом білка в насінні. Також покращене засвоєння азоту рослинами сої дозволяє знизити забур'яненість посівів, оскільки бур'яни вимушені розвиватися в умовах дефіциту азоту [51].

В дійсності рослини сої не здатні в повній мірі фіксувати азот самостійно. Для цього потрібна допомога бактерій роду *Bradyrhizobium*, які мають бути дотичними до кореневої системи рослин у ґрунті. В польових умовах певна кількість бактерій даного виду присутня в ґрунті у вигляді аборигенних штамів, але кількості цих бактерій не достатньо для якісної та ефективної фіксації атмосферного азоту. Особливо, якщо в попередні роки на даному полі мала місце сильна посуха, або навпаки випадали надмірні опади, в таких випадках популяції бактерій могли загинути, або надзвичайно скоротитися. Після розпаду бульбочок клітини бульбочкових бактерій потрапляють у ґрунт і незначна їх кількість виживає за рахунок органічних речовин, що перебувають у ґрунті. Але цієї кількості недостатньо для оптимальної азотфіксації наступного року [27]. Природні ж штами ризобій, що мешкають у ґрунті, не є такими ефективними, як ті, що спеціально виведені для сучасних інокулянтів, та тому не забезпечать достатньої фіксації азоту для нормального розвитку рослин сої. Для оптимального інфікування на одну насініну повинно потрапити не менше ніж 100–500 тис. клітин корисних бульбочкових бактерій, інакше вони не зможуть домінувати над іншими. Як показує практика, економічно вигідно проводити інокуляцію високовірулентними штамми бактерій *Bradyrhizobium japonicum* під час сівби сої. Варто також зазначити, що висока кислотність ґрунту негативно впливає на довгострокову життєздатність

азотофіксуючих бактерій [40]. А отже, інокуляція є необхідним елементом технології інтенсивного вирощування сої.

Покращенню структури ґрунту та підвищенню урожайності зернових на 3–4 ц/га сприяють рослини сої як азотфіксатори, що збагачують ґрунт азотом. Використання інокулянтів, які містять сучасні, високоефективні, культуро-специфічні штами ризобіальних бактерій з підвищеною життєздатністю у високих концентраціях, допомагають утворювати максимальну кількість бульбочок на кореневій системі рослин. Це в свою чергу сприяє покращенню процесу азотфіксації та забезпечує рослини сої необхідним азотом для їхнього росту та розвитку. Такий підхід допомагає оптимізувати вирощування сої, збільшуючи врожайність та покращує родючість ґрунту.

Стимулювання фізіологічних процесів розвитку сої відбувається за рахунок позакорневих підживлень мікродобривами, які містять мікроелементи у біологічно активній формі, зокрема у формі хелатів. Це особливо важливо в ті фази вегетації рослин сої, коли вони особливо чутливі до нестачі елементів живлення. Додаткове внесення мікроелементів у хелатній формі допомагає забезпечити рослини сої необхідними поживними речовинами, покращує їхні фізіологічні процеси та сприяє збільшенню врожайності. Важливо враховувати фази вегетації рослин для оптимального внесення мікродобрив, щоб забезпечити їм необхідну підтримку у критичні моменти росту [28].

Вплив елементів живлення на якість сільськогосподарської продукції є одним з ключових критеріїв їх ефективності. Систему удобрення сільськогосподарських культур слід розглядати як потужний регулятор якості врожаю, а не лише як засіб підвищення урожайності. Якість сільськогосподарської продукції включає в себе вміст різноманітних органічних сполук, таких як білки, вуглеводи, жири та вітаміни, що характеризують поживну цінність продукції, а також збалансованість за макро- і мікроелементами, технологічну якість [11].

Макроелемент азот відіграє ключову роль у формуванні зерна з високим вмістом білка за рахунок споживання азоту з ґрунту і повітря. Процес зміни умови азотного живлення сої, можна впливати на підвищення вмісту білка в

зерні та якість й поживну цінність соєвої продукції. Тому важливо ретельно планувати та використовувати систему живлення для досягнення оптимальних результатів як у врожайності, так і у якості агропродукції.

Інокуляція бактеріальними препаратами насіння до сівби є одним із ключових заходів для реалізації генетичного потенціалу сучасних сортів сої інтенсивного типу. Це допомагає забезпечити дружні, рівномірні та здорові сходи з подальшою високою азотфіксуючою здатністю посівів. Тому важливо приділяти особливу увагу цьому етапу вирощування сої, щоб забезпечити успішний старт для рослин і максимізувати їх потенціал у подальшому розвитку.

Здатність до ендосимбіозу з азотфіксуючими суббактеріями – ризобіями є важливою особливістю сої. Цей процес азотфіксації відбувається у спеціальних бульбочках, які утворюються у симбіозі з ризобіями. Це дозволяє сої задовольняти свою потребу в азоті через симбіотрофне живлення, що робить можливим вирощування сої без або з мінімальними дозами азотних добрив. Це не лише допомагає зменшити витрати на добрива, але й сприяє збереженню довкілля, оскільки добрива можуть бути дорогими та екологічно небезпечними. Такий ендосимбіоз є важливим фактором у вирощуванні сої та сприяє її успішному росту та розвитку [25].

Серед зернобобових культур соя є дуже культурою, що сприяє вирішенню проблеми збільшення виробництва харчових продуктів, дефіциту рослинного білка і олії, поліпшити азотний баланс ґрунту. Соя сприяє виносить з ґрунту певної кількості елементів живлення, що потребує збалансованої, науково обґрунтованої системи удобрення культури, з урахуванням ґрунтово-кліматичних ресурсів та біології вітчизняних сортів. Лише правильно побудована система удобрення дозволить отримати високу і повноцінну врожайність насіння сої. Враховуючи це, важливо вести належний догляд за культурою сої та використовувати оптимальні методи удобрення для досягнення найкращих результатів [7].

Мета і завдання дослідження: вивчення впливу інокулянтів на розкриття сортового і генетичного потенціалу сортів сої.

Завдання:

1. Визначити вплив інокулянтів на формування кореневої системи сої та функціонування нодуляційного апарату;
2. Визначити вплив інокулянтів на елементи структури урожаю сортів сої;
3. Визначити вплив інокулянтів на урожайність та якісні показники сортів сої;
4. Визначити вплив інокулянтів на економічну ефективність при вирощуванні сортів сої.

Об'єкт і предмет досліджень: вплив інокулянтів на процеси росту, розвитку та формування врожаю зерна сої, залежно від сортових особливостей; предмет дослідження – сорти сої Златослава і Голубка.

Методи досліджень: польовий – фенологічні спостереження за розвитком рослин сої; лабораторний – дослідження нодуляційного апарату сої; статистичний – обрахунок НІР урожайності.

Наукова новизна одержаних результатів. Під час польового експерименту розкрито генетичний потенціал сортів сої, доведено ефективність застосування інокулянтів перед сівбою, що сприяє покращенню роботи нодуляційного апарату та підвищує урожайність культури.

Практичне значення одержаних результатів. приріст урожаю сорту Голубка на варіанті із використанням МайкроСорч Плюс Соя (2,5 кг/т) склав 0,23ц/га (9,6%), а на варіанті із використанням МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) – 0,46ц/га (19,3%); приріст урожаю сорту Златослава на варіанті із використанням МайкроСорч Плюс Соя склав 0,34 т/га (14,5%), тоді як на варіанті 3 – 0,47т/га (20,1%).

Особистий внесок здобувача. Здобувачем вищої освіти протягом 2023-2024 років узагальнено літературний огляд за тематикою досліджень науковців стосовно впливу інокулянтів на продуктивність сої, узагальнено отриманих результатів експерименту, що закладений у виробничих посівах господарства, розраховано економічні показники вирощування сої, опубліковано тези доповіді.

Апробація результатів роботи. Результати польового експерименту апробовано на II Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні напрями та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва», (2.05.2024р).

Публікації. Ласло О.О., Сокура О.М. Застосування інокулянтів нового покоління для реалізації генетичного потенціалу високопродуктивних сортів сої. Матеріали II Міжнар. наук.-практ.конф. *«Актуальні напрями та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва»*, 2.05.2024 ПДАУ. С.119-122

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота виконана на 64 сторінках машинописного тексту і складається із загальної характеристики, 6 розділів, висновків і пропозицій виробництву, додатків, анотації. Список використаної літератури налічує 56 найменування.

РОЗДІЛ 1

ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ЇХ ГЕНЕТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТА ІНОКУЛЯЦІЇ

Соя є найважливішою культурою в світі, попит на яку постійно зростає, що обумовлює необхідність збільшення її якості та врожайності. Відомо, що обов'язковим елементом технології вирощування сої є додаткова інокуляція, яка передбачає обробку бактеріальними препаратами, які містять азотфіксуючі бактерії *Bradyrhizobium japonicum*. Чим більше врожайність сої, тим більше потреба в азоті, який на 50–60 % покривається біологічною фіксацією завдяки симбіозу з бактеріями *B. japonicum*. За їх відсутності або недостатності проводиться інокуляція насіння сої та ґрунту. У першому випадку використовують живі штами *Rhizobium* у вологій твердій або рідкій формах для їх нанесення на насіння, щоб воно залишалось життєздатним і могло заселитися на всіх коренях сої, що наростають [23].

Інокуляція ґрунту практикується зазвичай у поєднанні з контактною інокуляцією насіння шляхом внесення гранул інокулянту за допомогою аплікатора у сівалку. Існують відмінності між різними продуктами, які використовують однакові або аналогічні штами *Rhizobium*. Продукти на основі торфу (HiStick, LegumeFix) вважаються стандартними інокулянтами та надають забарвлення об-робленому насінню. Рідкі інокулянти (LiquiFix, Rizoliq, Turbosoy) не забарвлюють насіння та постачаються з рядом добавок і використовують полімери для захисту й адгезії.

Практикується також поєднання кількох штамів *Rhizobium* в одному продукті. Оскільки важливо, щоб якомога більше бактерій вижило після посіву до початку проростання сої, ключовою характеристикою якості продукту є щільність ризобій і необхідність до-тримання основних практичних рекомендацій в процесі інокуляції. Використання вищої за норму дози інокулянту не становить жодної загрози навколишньому середовищу та зазвичай призводить до збільшення утворення бульбочок і врожайності насіння до 25 %. Також інокуляція позитивно впливає на польову схожість і виживання рослин, їх висоту й індивідуальну продуктивність, зменшує витрати на хімічні

засоби захисту та підвищує родючість ґрунту.

Соя є культурою, яка має специфічні вимоги до живлення. Вона споживає більше поживних речовин на формування врожаю, ніж зернові культури. Соя нерівномірно поглинає елементи живлення протягом вегетації, може засвоювати азот з повітря, використовувати важкорозчинні сполуки фосфору і калію з ґрунту, а також перерозподіляти їхні запаси зі стебел у насіння [24].

Вирощування насіння сої стає все більш популярним в Україні. Для отримання високого урожаю важливо вчасно застосовувати гербіцидний захист та добрива для вирощування культури. Обробка посівного матеріалу інокулянтами сприяє покращенню азотного живлення культури та підвищує врожайність ґрунту.

Застосування інокулянтів та добрив у технології вирощування сої на відповідних етапах росту та розвитку рослини дійсно допомагає усунути дефіцит засвоєння окремих видів макроелементів. Це сприяє підвищенню імунітету рослин сої, збільшенню їхньої стійкості до захворювань та різних стресових ситуацій. Макро та мікроелементи грають важливу роль у фізіологічних процесах рослин, тому їх правильне внесення може покращити загальний стан та врожайність культури. Використання добрив є ефективним способом забезпечення рослин необхідними поживними речовинами, що сприяє їхньому оптимальному росту [6].

Інокулянти також грають важливу роль у підвищенні ефективності азотфіксації, оскільки вони виступають каталізаторами цього процесу. Використання рідких, багатокomпонентних листових добрив у технології вирощування сої добре себе зарекомендували для забезпечення нормального росту та розвитку рослин. Ці добрива можуть містити необхідні мікроелементи, які сприяють оптимальному функціонуванню рослин та підвищують їхню стійкість до стресових умов, включаючи азотфіксацію. Використання таких добрив може допомогти забезпечити рослини сої необхідними поживними речовинами для здорового росту та розвитку, що в свою чергу може позитивно позначитися на врожайності та якості урожаю.

Соя належить до важливих зернобобових агрокультур, синтезуючи

екологічно чисту речовину під час фотосинтезу, що відіграє важливу роль у кругообігу речовин. Соя задовольняє необхідність людини в мінеральних речовинах, білках, вітамінах.

На сьогодні завдяки сучасним сортам і технологіям є можливість подолання бар'єру врожайності сої, одержання високої продуктивності посівів і розширення ареалу її вирощування. Комплексне освоєння всіх агротехнічних прийомів, якісне виконання операцій за оптимальних строків забезпечує отримання на незрошуваних українських землях урожайність на рівні 18–25 ц/га, тоді як на зрошуваних – 28–35ц/га. Середня врожайність сої за органічної технології вирощування в Україні становить 15–18 ц/га, а за сприятливих умов – може досягати 25ц/га. Важливу роль в отриманні якісного врожаю сої відіграє вирощування правильно підібраних сортів за принципом районування та дотримання всіх необхідних технологічних етапів. Підбір сортів передбачає наявність у насіннєвого матеріалу для посушливих регіонів посухостійкості, тоді як для північніших широт лімітаційними чинниками є наявність достатньої кількості світла та тепла. Також кожен сорт сої обов'язково має бути високопротеїновим, оскільки вміст (відсоток) протеїну є одним з головних показників якості врожаю, котрі здатні впливати на прибутковість вирощування [1].

Урожайність і якість сої в значній мірі залежить від ґрунтово-погодних й агротехнічних заходів, у тому числі інокуляції насіння. Як бобова культура, соя може фіксувати вільний атмосферний азот завдяки симбіозу з бактеріями *Bradyrhizobium japonicum*. Дослідження науковців зазначають, що *Vjaponicum* природним чином не присутній у європейських ґрунтах; таким чином, насіння сої слід інокулювати для збільшення утворення бульбочок. Однак, комерційні інокулянти та мінеральні добрива можуть бути менш ефективними за мінливих кліматичних умов. Доведено, що дефіцит опадів особливо порушує процес утворення вузлів. При цьому, експерименти з інокуляцією насіння були особливо важливі в регіонах з більш холодним кліматом і за висіву сої вперше в сівозміні [7].

Дослідженням підтверджено зниження ефективності інокуляції насіння за

умови вирощування сої в холодному регіоні, однак ця обробка все одно була необхідною, оскільки в ґрунтах був відсутній *Vjaronicum*. У цьому аспекті дослідженнями доведено, що введення симбіотичних бактерій у ґрунт, де їх немає, призвело до їх високої чисельності в наступні роки. Перспективність використання інокулянтів фермерами обумовлена зростанням цін на мінеральні добрива та необхідністю зменшення їх впливу на навколишнє середовище. У дослідженні відзначається чутливість бобових до екологічних стресів, що призводить до змінної врожайності протягом багатьох років. Наприклад, низька або висока температура, нестача або надлишок води, висока солоність або низький рН негативно впливають на утворення бульбочок, що зменшує ступінь біологічної фіксації азоту і кінцевий урожай [8].

Потреба сої в азоті на 50–60% покривається біологічною N₂ фіксацією, що необхідно враховувати при вирощуванні високоврожайних сортів з більшою потребою в поживних речовинах. Так, врожайність кращих сортів сої становить 5т/га, тоді як потенційна врожайність може досягати 7т/га. У цьому випадку утворення бульбочок має бути дуже ефективним, щоб задовольнити потреби рослин в азоті. Отже, при вирощуванні високоврожайних сортів може знадобитися підгодівля невеликою дозою азоту, але основним джерелом цього елемента повинен бути біологічно фіксований азот. Таким чином, потрібна ретельна інокуляція насіння або ґрунту, щоб корінь рослини, що розвивається, заселився бактерією *Vjaronicum*. За умови правильної інокуляції біологічна азотфіксація сої може повністю покрити потреби культури в азотних добривах. Отже, розрізняють інокуляцію насіння та ґрунту. Для інокуляції насіння інокулянт використовують у вигляді живих штамів ризобій (*Rhizobium*) у вологій твердій або рідкій формах. Загальна мета полягає в тому, щоб нанести бактерії на насіння, щоб воно залишалось життєздатним і могло засилитися на всіх коренях сої, що наростають. Найпростіший спосіб – придбати попередньо інокульований посівний матеріал [11].

Найпоширенішим підходом є використання контактної інокуляції насіння якомога раніше перед посівом. Препарати на основі торфу (наприклад, HiStick, LegumeFix) можна змішувати вручну безпосередньо в ємності для насіння.

Прецизійні змішувачі зазвичай встановлюються на трактор і використовуються там, де інокулянт на основі торфу містить полімерний клей (наприклад, Force 48). Клей повинен мати достатньо часу, щоб висохнути на насінні, щоб воно не забивалося в сівалці. Біологічні особливості сої визначають її потребу в макро та мікроелементах. На початку вегетації відмічається повільний ріст сої. Від появи сходів до цвітіння їй необхідна збалансована кількість елементів: 18% азоту, 15% фосфору і 25% калію. У фазу цвітіння вимоги культури до умов живлення зростають. У період від цвітіння до масового наливання бобів у сої спостерігається найбільша потреба в елементах живлення, оскільки вона поглинає їх на 65% від загального виносу врожаю [12].

Відповідно досліджень науковців, значний вміст мінерального азоту у ґрунтовому покриві може затримувати процес формування азотфіксуючих бульбочок та знижувати інтенсивність процесу азотфіксації у сої. Проте, якщо вміст азоту в ґрунті невеликий, це може стимулювати процес його засвоєння бульбочковими бактеріями з повітря. Середні і високі норми зв'язаного азоту можуть знизити ефективність функціонування, але сприяти збільшенню урожайності сої, хоча в деяких випадках можуть призвести до зниження урожайності. Дія початкових норм добрив, що містять азот на урожайність сої також залежить від сорту, штаму бульбочкових бактерій, умов та технології вирощування [13].

Під час росту і розвитку рослини сої, вона може зазнавати стресів, таких як забур'янення, фітотоксичність, посуха, різкі коливання температури повітря та ґрунту, вплив пестицидів, які можуть викликати фізіологічну депресію, дефіцит води, ураження шкідниками та хворобами, а також механічні пошкодження. Важливо враховувати ці фактори стресу під час вирощування сої, та її гербіцидного захисту оскільки вони можуть негативно вплинути на ріст, розвиток та урожайність рослин. Для забезпечення оптимальних умов для росту сої, важливо вживати заходи для запобігання можливих стресових ситуацій, а також вживати заходи для підтримки фітостану та урожайності рослин [23].

Мікроелементи, такі як бор, молібден, мідь, цинк, залізо, марганець,

кобальт, магній та сірка, є надзвичайно важливими для здоров'я рослин, включаючи сою. Вони є складовою частиною найважливіших ферментів, вітамінів, гормонів та інших фізіологічно активних речовин, які необхідні для нормального росту та розвитку рослин. Відсутність цих мікроелементів може призвести до зниження урожайності, збільшення вразливості до хвороб та погіршення якості зерна. Тому важливо враховувати необхідність додаткового внесення цих мікроелементів для забезпечення оптимального росту та розвитку рослин сої [25].

Позакореневе підживлення шляхом обприскування мікроелементами у критичні фази розвитку є ефективним способом забезпечення продуктивності сільськогосподарських культур, зокрема сої. Обприскування впродовж вегетації на етапах 3–5 листочків, бутонізації та наливу нижніх бобиків дозволяє точно забезпечити рослини необхідними мікроелементами у важливі моменти їхнього росту. Цей метод допомагає забезпечити культури мікроелементами, що сприяє покращенню урожайності, якості та стійкості рослин до стресових умов. Такий підхід дозволяє оптимізувати живлення рослин та забезпечити їм необхідні ресурси для успішного росту та розвитку [37].

Під час росту і розвитку рослини сої, вона може зазнавати стресів, таких як посуха, різкі коливання температури повітря та ґрунту, вплив пестицидів, які можуть викликати фізіологічну депресію, дефіцит води, ураження шкідниками та хворобами, а також механічні пошкодження. Важливо враховувати ці фактори стресу під час вирощування сої, оскільки вони можуть негативно вплинути на ріст, розвиток та урожайність рослин. Для забезпечення оптимальних умов для росту сої, важливо вживати заходи для запобігання можливих стресових ситуацій, а також вживати заходи для підтримки фітостану та врожайності рослин [40].

Так, наприклад, комплексне мікродобриво «Басфоліар 12-4-6+S» добре себе зарекомендувало для розвитку сої. Воно містить збалансовану кількість азоту, фосфору, калію та сірки, а також мікроелементи. Мікроелементи у цьому добриві хелатезовані речовиною IDHA, яка біологічно розкладається, що

сприяє кращому засвоєнню рослинами.

Додатково, добрива «Солю Бор (В)», «Солю Марганець (Mn)» та «Солю Молибден (Mo)» також є важливими для корекції мінерального живлення рослин, особливо для культур, які чутливі до дефіциту відповідних мікроелементів. Наприклад, «Солю Бор (В)» містить високий вміст бору, «Солю Марганець (Mn)» – високий вміст марганцю в хелатній формі, а «Солю Молибден (Mo)» – високий вміст молибдену. Використання цих добрив може допомогти забезпечити сою необхідними поживними речовинами для здорового росту та розвитку, підвищення врожайності та стійкості до стресових умов [52, 53].

Молибденвмістні добрива можуть сприяти збільшенню кількості і розмірів бульбочок, а також підвищувати інтенсивність азотфіксації у десятки разів на одну рослину.

Підживлення мікродобривом «Басфоліар 12-4-6+S» допомагає контролювати рівень живлення рослин, включаючи мікроелементи, і забезпечує безперебійне живлення. Використання препарату «Вуксал Борон» у технології вирощування сої також є економічно обґрунтованим. Цей препарат є висококонцентрованою суспензією, яка швидко забезпечує рослини бором з додатковими ефектами прилипача і сурфактанта.

Ефективне проникнення через листову поверхню рослин мікродобрив «Вуксал Борон» гарантує максимальне його поглинання і засвоєння. Даний препарат є добривом, яке зменшує абортівність квіток, регулює водний баланс клітин рослини, впливає на ріст та розвиток меристеми, сприяє кращому запиленню рослин, сприяє кращому поділу клітин. Вміст поживних речовин у «Вуксал Борон» на 1 літр розчину складає: 0,69г – марганець водорозчинний, 0,69г – цинк водорозчинний, 96,0г – бор водорозчинний, 0,013г – молибден водорозчинний, 110,0 г – азот загальний, 138,0г – фосфор водорозчинний, 0,69г – мідь водорозчинна, 1,38г – залізо водорозчинне [48, 51].

Використання інокулянтів з високоефективними штамми бульбочкових бактерій слугує формуванню ефективного соєво-ризобіального симбіозу в технології вирощування сої. Ризобіальним штаммам характерні висока

екологічна пластичність до широкого спектра вітчизняних сортів сої, що впливає на покращення процесу азотфіксації й забезпечує бобові рослини елементами живлення.

Дослідження науковців показали, що використання мікродобрив та інокулянтів на сортах сої сприяє формуванню кращих умов для розвитку загального і активного симбіотичних потенціалів порівняно з традиційною технологією вирощування цієї культури. Використання мікродобрив під час вегетації позитивно впливає на кількість бульбочок, а також на їхню активність [54].

Використання інокулянтів та мікродобрив дійсно дозволяє повністю використовувати генетичний потенціал сої. Дана умова застосовується при нестійкому зволоженні, що є актуальним для змін клімату, та зростання вартості добрив. Застосування бактеріальних препаратів забезпечує рослини сої біологічно доступним азотом, а мікродобрива у хелатній формі забезпечують формування високих врожаїв за рахунок посилення фізіологічних процесів росту і розвитку рослин сої [55].

Останнім часом було виведено низку нових перспективних сортів сої, які успішно вирощують у різних ґрунтово-кліматичних умовах. Незважаючи на це, продуктивність сої залишається невисокою через ґрунтово-кліматичні умови зон вирощування та культури агротехніки. Застосування сучасних методів вирощування значно сприяє підвищенню врожайності сої. Важливо вдосконалювати агротехніку та використовувати нові технології для досягнення оптимальних результатів у вирощуванні культури.

Численними науковими дослідженнями доведено, що мікроелементи, такі як кобальт, йод, молібден, мідь, селен, літій, бор, марганець, цинк, є важливою складовою для вирощування стабільного врожаю. Вони є незамінним джерелом живлення для рослин, впливають на підвищення імунної системи рослин, підвищують стресостійкість до пестицидів та умов середовища. Рослини потребують мікроелементів у дуже малих кількостях, але вони відіграють важливу роль у багатьох фізіологічних та біохімічних процесах. Дотримання правильного балансу мікроелементів у ґрунті та рослинах допомагає

забезпечити оптимальний ріст і розвиток культур та підвищити їх врожайність.

Мікроелементи грають важливу роль у розвитку рослин, процесах запліднення та утворення зерна, синтезі та пересуванні вуглеводів, білковому та жировому обміні сполук, які також беруть участь в азотному обміні, окисно-відновних процесах, вуглеводному. За впливу мікроелементів збільшується вміст хлорофілу у листі, що сприяє покращенню фотосинтезу та посиленню асимілюючої діяльності усієї рослини. Дотримання оптимального рівня мікроелементів у рослинах допомагає забезпечити їх здоровий ріст, розвиток та врожайність [53].

Розширення досліджень, спрямованих на пошук екологічно безпечних речовин, які впливають на розвиток рослин, є важливим у контексті вимог до екологізації сільськогосподарського виробництва [34]. Забезпечення стійкого та екологічно безпечного вирощування рослин є ключовим завданням у сучасному сільському господарстві. Дослідження нових екологічно безпечних речовин допомагають зменшити використання шкідливих хімічних речовин, зберегти ґрунт та водні ресурси, а також забезпечити здоровий розвиток рослин та високу врожайність. Це сприяє створенню більш сталого та екологічно безпечного агровиробництва [38].

Речовини рослинного походження грають важливу роль у розвитку рослин та формуванні врожаю. Вони широко використовуються в сільському господарстві для підтримки здоров'я та оптимального росту рослин. Використання засобів захисту рослин та стимуляторів зростання, що вважаються екологічно безпечними, стає все більш актуальним у контексті збереження навколишнього середовища та забезпечення високої якості врожаю [34].

Один із перспективних методів захисту рослин - це індукція їх стійкості до зовнішніх стресових умов та хвороб. Цей підхід дозволяє рослинам краще витримувати негативний вплив навколишнього середовища та захищати їх від шкідливих факторів. Розвиток таких методів сприяє покращенню продуктивності та стійкості рослин, що впливає на виробництва продуктів харчування для населення [33].

В останні роки дійсно спостерігається зростання інтересу до досліджень, пов'язаних з вивченням препаратів, створених на основі хелатних комплексів мікроелементів [28]. Хелатні комплекси мікроелементів є спеціальними формами добрив, які дозволяють підвищити доступність та ефективність використання мікроелементів для рослин. Ці добрива можуть бути краще засвоєні рослинами, що в свою чергу може призвести до покращення їх здоров'я, росту та врожайності. Дослідження в цій області можуть допомогти вдосконалити методи внесення мікроелементів у ґрунт та підвищити ефективність використання добрив для покращення сільськогосподарського виробництва [29].

Застосування мінеральних та бактеріальних добрив є одним з найважливіших резервів для збільшення соєвої продуктивності. При високому рівні і культурі агротехніки та забезпеченості продуктивною вологою, використання добрив, які вносяться під сою буде більш ефективним [26]. Окупність і віддача від добрив можлива лише при їх науково-обґрунтованому застосуванні, особливо при встановленні оптимальних доз, співвідношення макро та мікроелементів, а також при дотриманні термінів їх внесення у відповідні фази росту і розвитку культури. Важливо пам'ятати про баланс поживних речовин та вчасність заходів з внесення добрив для досягнення максимальної продуктивності та якості врожаю сої [27].

З огляду на потребу та норм внесення стартових добрив, вони залежать від родючості ґрунту та від кількості внесених добрив під основний обробіток ґрунту з осені. Під час розрахунку норм внесення стартових добрив слід пам'ятати, що внесення азоту понад 25–30кг/га затримує утворення бульбочок та знижує активність азотфіксації.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Ґрунтово-кліматичні умови території проведення досліджень

Полеві дослідження із впливу позакореневого підживлення сої проводили у виробничих умовах ПСП «Нове життя» Полтавського району Полтавської області у 2023–2024 роках. Основний вид діяльності ПСП – вирощування зернових культур (крім рису), бобових культур і насіння олійних культур (основний)

Ґрунтовий покрив сформувався під впливом підзолистого, дернового типів ґрунтоутворних процесів. У ґрунтовому покриві області та господарства переважають чорноземи. Площа типових чорноземів складає – 87% від загальної кількості ґрунтів господарства, опідзолених – 13%. Негативною особливістю ґрунтового покриву є наявність в структурі орних земель еродованих ґрунтів. Продуктивність таких ґрунтів зменшується в міру збільшення ступеня змитості. Інтенсивне ведення господарювання в останні десятиріччя призвело до погіршення балансових показників родючості: поживних речовин і гумусу.

Динаміка балансу органічної речовини у ґрунтах господарства за останні роки має такі показники: внесення органічних добрив 1,1 т/га; баланс гумусу «–» 0,55 т/га; баланс азоту «–» 31,2 кг/га.

За сучасного ведення агрогосподарювання процес підкислення ґрунтів продовжується за рахунок внесення фізіологічно кислих азотних добрив, застосування інтенсивного обробітку, а саме ці процеси призводять до посиленої мінералізації гумусу. Зростання відсотку ґрунтів з підвищеною кислотністю сприяє доступності фосфору і калію, але погіршує фізико-хімічні властивості ґрунту та знижує його агрофізичні властивості.

Ґрунти, що переважають на території ПСП «Нове життя» Полтавського району, характеризуються умовами, що сприятливі для росту і розвитку рослин, має близьку до нейтральної реакцію ґрунтового розчину, достатній вміст поживних елементів, сприятливі фізичні та фізико-хімічні властивості. Ґрунти господарства мають вбирну здатність у межах 35–42 мг.екв/100 г ґрунту,

достатню аерацію, водопроникність, вологоємність. Вміст органічної речовини (гумусу) 2,72–3,76, кислотність 5,7–6,8, гідролітична кислотність у межах 0,78–0,97 мм/100г ґрунту, глибина орного шару 27–30см, вміст елементів живлення рослин: азоту 99,4, фосфору 10,5, калію 11,5 мг/100г /ґрунту. Ці показники важливі для визначення ґрунтовою родючості та вибору оптимальних методів удобрення, системи захисту для вирощування рослин, зокрема сої.

Клімат на території ПСП «Нове життя» помірно континентальний, зима м'яка, з частими відлигами, в окремі роки малосніжна, літо тепле, в окремі роки спекотне та посушливе. Середньорічна температура повітря +7 + 9°C. Тривалість безморозного періоду залежно від року коливається і у середньому за останні десять років становить 142–157 днів. За останні роки спостерігається сніготанення з кінця лютого місяця, ґрунти в окремі роки прогриваються прогривалися на глибині 10 см до + 10°C у третій декаді березня, а у окремі роки у квітні. Середня температура повітря за рік складає +7,2°C, липня +19,0°C, січня –6,9°C, максимальна +37,9°C, мінімальна –22°C. Період з температурою +10°C становить 165–177 днів.

Температурний режим на території господарства представлений у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

**Середньомісячні і багаторічні температури, °С
на території ПСП «Нове життя»**

| Роки | Місяці | | | | | | | | | | | |
|------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 2023 | -4,6 | -4,0 | 9,2 | 12,3 | 15,6 | 19,4 | 21,2 | 22,0 | 12,9 | 10,9 | 4,1 | -1,2 |
| 2024 | 3,2 | 1,5 | 4,2 | 14,1 | 15,5 | 24,1 | 17,5 | 15,8 | 14,1 | - | - | - |
| С/Б | -6,5 | -5,2 | -0,1 | 8,7 | 15,7 | 18,7 | 20,1 | 19,4 | 14,4 | 7,5 | 1,6 | -3,0 |

Стійкий перехід середньодобової температури через 0°C відбувається у два періоди: II–III декада березня та II–III декада листопада. На рік кількість днів з температурою повітря вище 0°C становить 247–265. Сума позитивних

температур за вегетаційний період з температурою вище $+10^{\circ}\text{C}$ складає $2739\text{--}2859^{\circ}\text{C}$. Останні приморозки в повітрі припиняються в середньому у II декаді квітня, пізні приморозки у 2024 році спостерігали у I–II декаді травня. Середня тривалість безморозного періоду становить $127\text{--}159$ день, при цьому найкоротший безморозний період триває $97\text{--}100$ днів. Середня багаторічна температура повітря найхолоднішого місяця, січня, складає $-6,2^{\circ}\text{C}$, в суворі зими може досягати $-17\text{...}-20^{\circ}\text{C}$.

Характерною особливістю зимового сезону є часті відлиги, коли температура повітря підвищується до $8\text{--}10^{\circ}\text{C}$ тепла. Початок весни відзначається переходом середньодобової температури через 0°C , а початком літа вважається дата, коли середньодобова температура повітря перетинає позначку $+15^{\circ}\text{C}$.

У травні-червні середня температура повітря вдень становить $18\text{--}22^{\circ}\text{C}$, в липні-серпні $+21\text{...}+25^{\circ}\text{C}$, але у деякі роки максимальна температура в липні може сягати $+34^{\circ}\text{C}$. Осінь настає з переходом середньодобової температури повітря через 10°C тепла в бік більш низьких температур. Цей період настає з другої декади вересня до 5–10 жовтня. Протягом осені спостерігається загальне зниження температури повітря.

Кількість опадів, що випадає на території господарства представлена у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Сума атмосферних опадів і розподіл їх по місяцях

ПСП «Нове життя», мм

| Роки | Місяці | | | | | | | | | | | |
|------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 2023 | 49,5 | 40 | 40,7 | 44,5 | 67,6 | 74,3 | 67,7 | 32,9 | 75,4 | 86,8 | 118,9 | 79,2 |
| 2024 | 55,5 | 40,5 | 22,6 | 19,5 | 4,9 | 4,5 | 5,8 | 4,2 | 12,5 | - | - | - |
| С/Б | 43,1 | 37,0 | 35,0 | 40,2 | 51,0 | 60,2 | 71,0 | 46,0 | 44,5 | 42,1 | 49,2 | 51,0 |

Сума річних опадів на даній території зазвичай становить $426\text{--}490$ мм,

але в окремі роки може знижуватися.

Погодні умови в роки проведення досліджень були типовими для даної зони, але з деякими відмінностями у температурному режимі і кількості опадів у літній період, як в цілому за вегетацію.

2.2 Методика проведення досліджень

Погодні умови в роки досліджень (2023–2024) упродовж вегетації рослин сої характеризувалися не досить сприятливими для росту та розвитку рослин за температурним режимом і за кількістю опадів, особливо у 2024 році.

Дослідження щодо впливу добрив та строків їх використання на урожайність сортів сої включали в себе аналіз оптимальних характеристик добрив для позакореневого підживлення і генетичний потенціал вітчизняних сортів на врожайність сої.

Агротехніка культури у досліді – традиційна. Сіяли сою суцільним способом 80–100кг/га. Система удобрення: азот 30, фосфор 60, калій 60. Перед сівбою насіння обробляли інокулянтом **МайкроСорч Плюс Соя** та **БіоМаг Соя** (контроль). Площа дослідних ділянок – 100м.кв, повторність – 3-разова [14, 35, 36].

Характеристика сортів сої у досліді

Златослава – має високу стабільність, врожайність та вміст протеїну, що робить його привабливим для отримання прибутку. Також, він підходить для харчових цілей завдяки світлому рубчику на насінні. Має високі темпи росту на початку вегетації, ефективно використовує запаси ґрунтової вологи, за рахунок опущення листя і стебла має підвищену властивість переносити стресові біотичні та абіотичні умови. Висота кріплення нижнього бобу – 11 см, форма насінини – кулясто-плеската. Насінина має жовте основне забарвлення оболонки та світле забарвлення рубчика. Високий вміст протеїну цього сорту сої робить його ідеальним для подальшої переробки. За даними, кількість теплових одиниць (СНУ) для цього сорту – 2600, вегетаційний період – 100 днів. Вміст білка складає 42,1%, а вміст жиру – 20,6%. Маса тисячі насінин складає 203г [50].

Голубка – цей сорт має активний початковий ріст та ранній початок фази цвітіння, має високий вміст протеїну – 41,5% та світлий рубчик на насінні, що робить його ідеальним для використання в харчовій промисловості. Основні переваги цього сорту включають високий вміст протеїну, що сприяє подальшій переробці, а також можливість раннього звільнення поля та уникнення втрат урожаю завдяки ультраранній групі стиглості (000). Висота кріплення нижнього бобу становить 11,9 см, форма насінини – куляста. Оболонка насінини має жовте основне забарвлення, а рубчик – світле. Щодо основних властивостей, цей сорт сої має кількість теплових одиниць (CHU) – 2400, вегетаційний період триває 90–95 днів. Вміст білка складає 40,8%, а вміст жиру – 20,7%. Маса тисячі насінин цього сорту – 186 грамів. Рекомендації з посіву включають ширину міжряддя при посіві від 12,5 до 15–30 см та рекомендовану густоту посіву від 600 до 650 тисяч схожих насінин на гектар. Толерантний до таких хвороб як бактеріоз, аскохітоз, пероноспороз, септоріоз. Ці характеристики роблять цей сорт сої привабливим вибором для фермерів, які шукають високоякісний продукт з високим вмістом протеїну та можливістю використання в харчовій промисловості [49].

Інокулянт МайкроСорч Плюс Соя – новий інноваційний біопрепарат для обробки насіння сої. Біопрепарат - це готовий до використання премікс, в складі якого 2,27 кг сухого інокулянту (гарантований мінімальний вміст бактерій *Bradyrhizobium japonicum* 2×10^5 КУО/г) та 9,07 кг суміші тальку «Talc USA» з графітом 80/20, яка також включає мікроелементи — залізо 0,7% та марганець 0,9%. Біопрепарат виготовляється в США з використанням технології мікробіологічної стабілізації, яка забезпечує найвищий рівень живих клітин бактерій порівняно з більшістю інших інокулянтів на ринку. У результаті застосування препарату підвищується рівень засвоєння рослиною азоту завдяки підвищенню симбіотичного потенціалу рослини з бульбочковими бактеріями, які фіксують азот із повітряних пустот ґрунту.

Переваги технології мікробіологічної стабілізації: 2-річний термін придатності біопрепарату; відсутня необхідність в екстендері; оброблене насіння можна зберігати до 90 днів; бактерії у складі препарату можуть

витримувати температуру до +38 °С.

Біопрепарат МайкроСорч Плюс Соя застосовується у сухому вигляді шляхом механічного перемішування з посівним матеріалом до повного покриття поверхні насіння. Це змішування може здійснюватися як у бункерах сівалки безпосередньо перед посівом, так і на лініях, де насіння протрується фунгіцидами та інсектицидами вологим способом, перед його фасуванням. Якщо насіння обробляється біопрепаратом МайкроСорч Плюс Соя заздалегідь, таке насіння має бути висіяним впродовж 90 днів після обробки.

На ефективність самого процесу азотфіксації, який відбувається в симбіозі з рослиною, впливає ґрунтова волога. Нестача вологи, як і перезволоження ґрунту, впливає безпосередньо на рослину, а вже потім на бульбочки. Тобто, однією з причин зниження активності бульбочок за водного дефіциту є не пряма дія нестачі вологи, а зниження інтенсивності фотосинтезу в рослині за таких умов. Що стосується перезволоження, то оскільки азотфіксуючі бактерії є аеробними, вони потребують достатньої кількості кисню. У результаті перезволоження знижується вміст кисню, що призводить до зниження азотфіксуючої активності бульбочок. Для розвитку бульбочкових бактерій оптимальна вологість становить 60-70% від повної вологоємності ґрунту, мінімальна – 16%. За нижчої вологості бактерії не гинуть, а зберігаються в неактивному стані. За умов стабілізації оптимального водного режиму ґрунту відновлюється і активна азотфіксація бактерій.

Завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями посіви сої можуть на 80% забезпечувати свою потребу в азоті. Симбіотично фіксований азот надходить до рослини в органічній формі, тому має 100% засвоєння, тоді як азот мінеральних добрив, за наявності достатніх запасів продуктивної вологи, у кращому разі засвоюється на 70% і має пройти цілу низку перетворень до переходу в білкову форму. Також постає питання сумісного використання мікроелементів з інокулянтами під сумнів, так як переважно всі мікроелементи є важкими металами. Тому додавати їх під час інокуляції не рекомендується. Через їх високу токсичність для бактерій безпосередній контакт із ними призводить до загибелі останніх. Особливо потрібно наголосити, що це стосується молібдену,

кобальту та міді. Препарати мікроелементів для сої краще застосовувати по вегетації. Норма застосування складає 2,5-2,8кг/т. Підвищена норма рекомендується для застосування протруєного насіння та за умов підвищеної вологості [22].

БіоМаг Соя – препарат для передпосівної інокуляції насіння сої на основі культури бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum* та продуктів їх метаболізму. Склад препарату: культура живих азотфіксуючих бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum* штаму LZ 21 та LZ18-ГМ з титром не менше 5×10^9 КУО/мл та продуктів їх метаболізму (фітогормони, амінокислоти, вітаміни). Двокомпонентний рідкий препарат (інокулянт+екстендер). Норма витрати 1 упаковка/1 т насіння. Рекомендована норма витрати робочого розчину 7л/т.

Вигоди від використання препарату: поліштамовий препарат здатний утворювати симбіоз із більшістю вітчизняних та зарубіжних сортів сої; можливість використання для завчасної інокуляції сої за 15 діб до висіву; забезпечує швидке та стабільне формування корневих бульбочок, що підвищує рівень забезпечення рослин азотом; стимулює розвиток рослин та підвищує активність фотосинтетичних процесів; поліпшує якість вирощеної продукції та збільшує вміст білків в зерні; підвищує урожайність сої на 5–30%.

Особливості застосування: Використовується для передпосівної інокуляції насіння сої шляхом механізованої (за допомогою машин для протруювання насіння типу ПС-10 чи мішалки), або ручної обробки посівного матеріалу. Бактеризацію насіння проводити не раніше, ніж за 15 діб до висіву. При використанні в суміші з рекомендованими протруйниками оброблене насіння висіяти відразу або не пізніше, ніж за 3 доби.

Оброблене препаратом насіння має бути захищеним від попадання прямого сонячного проміння та температури вище $+20^{\circ}\text{C}$ для збереження життєздатності бактерій до моменту висівання у підготовлений ґрунт [21].

Схема досліду:

1. **Варіант** контроль (БіоМаг Соя).
2. **Варіант** МайкроСорч Плюс Соя – 2,5кг/т.

3. Варіант МайкроСорч Плюс Соя – 2,8 кг/т.

2.3 Технологія вирощування культури в досліді

Важливо враховувати особливості росту сої при виборі попередників. У соя має потужну і розвинену кореневу систему, але її ріст сповільнений, що знижує конкурентоспроможність сої у фітоценозі з сеgetальною рослинністю. У зв'язку з цим, у наших дослідженнях сою сіяли застосовуючи ґрунтовий гербіцид Харнес для очищення поля від бур'янів. У нашому досліді попередником була кукурудза [20].

Бобові культури є найбажанішими попередниками для усіх сільськогосподарських культур. оскільки збагачують ґрунт азотом за рахунок бульбочкових бактерій. Відповідно, рівень накопичення азоту складає 60–80 кг/га, поліпшується структура, фізико-хімічні властивості та родючості ґрунту. Соя інтенсивно використовує важкорозчинні елементи живлення з нижніх шарів ґрунту та включає у систему живлення сільськогосподарських культур. Так, на площі 1 га соя залишає 30–40 кг калію, 40–80 кг азоту, 20–25 кг фосфору. Це робить її важливою у системі сівозміни та підтримки родючості ґрунту [30].

Після кукурудзи поле дискували у два сліди 8–12 см. Цей процес є ефективним у боротьбі з однорічними бур'янами і допомагає зберегти післязбиральну вологу ґрунту. Глибина зяблевої оранки під сою від 20 до 25 см дозволяє кореневій системі збільшити кількість бульбочкових бактерій. Від весняного обробітку ґрунту до сівби становить 30–40 днів, це дозволяє якісно підготувати ґрунт і провести боротьбу з бур'янами за допомогою первинних агротехнічних заходів і ґрунтових гербіцидів. Закриття вологи проводилося важкими боронами. Перед сівбою ґрунту обробляли на глибину загортання насіння [5]. Для забезпечення високої якості підготовки ґрунту використовували комбінований агрегат Європак, який добре вирівнює поле, що є важливим при збиранні врожаю. З урахуванням того, що боби сої розміщуються на висоті від 14 до 17 см над землею, важливо забезпечити правильний зріз рослин під час скошування. На нерівномірному полі виникала

проблема з низьким скошуванням, що призвело до залишення частини бобів на стеблах незібраними. Але відсоток таких ділянок був дуже низький [31].

Система удобрення сої підібрана відповідно вмісту поживних речовин у ґрунті та рівня запланованого врожаю. Фосфор P_{60} і калій K_{60} вносили під зяблеву оранку. Стартову дозу азоту (N_{30}) вносили під культивування. Для формування врожаю насіння 25 тонн з гектара культура виносить: магнію 18 кг, марганцю 207 г, азоту 124 кг, фосфору 22 кг, , сірки 23 кг, цинку 191 г, заліза 865 г, калію 102 кг, кальцію 34 кг і міді 75 г [32].

Позакореневе підживлення проводили у фазі 3–4 трійчастого листа; друге внесення – у фазу бутонізації. Показники чистоти посівного матеріалу були не менше 97%, а схожість і енергія проростання становили не менше 90%. Це допомогло забезпечити успішний врожай і ефективне використання гербіциду [45].

Перед посівом обробляли насіння бактеріальним інокулянтом **МайкроСорч Плюс Соя** в нормі 2,5–2,8 кг/т для стимулювання фіксації азоту, а також застосували фунгіцид Ультрафіт для захисту від хвороб. В господарстві застосовують суцільну технологію посіву з шириною міжрядь близько 15 см. Норма висіву 120–140 кг/га, густина посіву становить 900–1000 тис. штук/гектар.

При проростанні соя виносить сім'ядолі на поверхню ґрунту, важливо дотримуватися глибини сівби 4–5 см соєвою сівалкою УПС-12. Це допомогло забезпечити правильне розміщення насіння та оптимальні умови для проростання та росту рослин. Сіяли сою у першій декаді травня (допустимий термін до 20 травня) коли ґрунт на глибині загортання насіння $+12-14^{\circ}\text{C}$. Обробку поля ґрунтовими гербіцидами проводили протягом перших трьох днів після посіву сої.

Стиглість сої – це зниження вологості до 14–16%, підсихання і побуріння стебел і бобів, опадання листя, відділення насіння від їх ступок. Найкращим способом збирання є пряме комбайнування на низькому зрізі (4–6 см). Вологість насіння сої при зберіганні контролювали і підтримували на рівні 10–14%. Це допомогло уникнути розвитку пліснявих грибків та зберегти якість

насіння протягом тривалого періоду зберігання [46]. Для збереження належної якості насіння сої використовували відповідні умови зберігання, які забезпечать оптимальну вологість та температуру.

РОЗДІЛ 3

Результати досліджень

3.1 Лабораторні та польові фенологічні спостереження у досліді

Польовий експеримент проводили у ПСП «Нове життя» Полтавського району Полтавської області у 2023-2024рр.

Мета досліджень – дослідження генетичних властивостей сортів сої української селекції залежно від інокуляції та їх вплив на урожайність.

Чутливість бобових культур до агрометеорологічних умов під час вегетації обумовлена біологічними та генетичними особливостями сортів. Також важливий характер взаємодії рослин сої в агрофітоценозах, оскільки взаємовплив між рослинами може впливати на їх ріст та розвиток.

Ріст та розвиток сої залежить від агрометеорологічних умов вегетації. Чутливість культури до цих умов обумовлена біологічними та генетичними особливостями сорту. Також важливий характер взаємодії рослин сої в агрофітоценозах, оскільки взаємовплив між рослинами може впливати на їх ріст та розвиток.

Незважаючи на різні метеорологічні умови у роки досліджень та різний час початку весняно-польових робіт, який також залежав від погодних умов, можна виявити деякі основні особливості фенології рослин. Це допомогло зрозуміти, як рослини реагують на зміни у середовищі та як це впливає на їх розвиток.

Фенологічні спостереження грають важливу роль у польових дослідженнях, оскільки вони надають матеріал для глибокого аналізу взаємозв'язку між врожайністю культури, системою удобрення, кліматичними умовами та періодичністю росту та розвитку рослин.

Агротехніка культури у досліді – традиційна. Сіяли сою суцільним способом 80–100кг/га. Система удобрення: азот 30, фосфор 60, калій 60. Перед сівбою насіння обробляли інокулянтом. Площа дослідних ділянок – 100м.кв, повторність – 3-разова.

Дослідження щодо впливу інокулянтів на урожайність сої включали в себе аналіз оптимальних характеристик препарату і генетичний потенціал

сортів сої. Вплив інокулянтів на енергію проростання та лабораторну схожість насіння сої досліджуваних сортів представлено у табл. 3.1 і 3.2.

Таблиця 3.1

**Вплив інокулянтів на енергію проростання насіння
(в лабораторних умовах, середнє за два роки), %**

| Варіанти | Енергія проростання насіння | | | | | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|------|------|---------|------------|------|------|---------|
| | повторення | | | середнє | повторення | | | середнє |
| | I | II | III | | I | II | III | |
| | Голубка | | | | Златослава | | | |
| Контроль (БіоМаг Соя) | 78 | 77 | 76 | 77,0 | 81,0 | 79,0 | 80,0 | 80,0 |
| МайкроСорч Плюс Соя (2,5 кг/т) | 78 | 80 | 76 | 78,0 | 85,0 | 82,0 | 82,0 | 83,0 |
| МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) | 81,3 | 82,7 | 77,4 | 80,3 | 84,9 | 86,3 | 85,5 | 85,6 |

За результатами лабораторних досліджень, що представлені у таблиці 3.1 можемо стверджувати, що використання інокулянта нового покоління у нормі 2,8кг/т сприяло підвищенню енергії проростання по обох сортах. Так, найвищі показники енергії проростання на сорті Златослава відзначено при використанні інокулянта МайкроСорч Плюс Соя (2,8кг/т) (збільшився у порівнянні з контролем на 5,6%), тоді як на варіанті з використанням інокулянта МайкроСорч Плюс Соя (2,5 кг/т) показник підвищився на 3%. Енергія проростання насіння сої сорту Голубка (2023р) на варіанті з використанням МайкроСорч Плюс Соя (2,8кг/т) перевищувала контроль на 2,3%, на варіанті МайкроСорч Плюс Соя (2,5кг/т) – на 1%. Отже, енергія проростання насіння сої сортів Голубка та Златослава були найвищі на варіанті із використанням інокулянта МайкроСорч Плюс Соя (2,8кг/т). Вплив інокулянтів на лабораторну схожість насіння сої представлено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

**Вплив інокулянтів на схожість насіння
(в лабораторних умовах середнє за два роки),%**

| Варіанти | Схожість насіння | | | | | | | |
|-----------------------------------|------------------|------|------|---------|------------|------|------|---------|
| | повторення | | | середнє | повторення | | | середнє |
| | I | II | III | | I | II | III | |
| | Голубка | | | | Златослава | | | |
| Контроль (БіоМаг Соя) | 96,5 | 97,0 | 96,4 | 96,7 | 96,1 | 95,7 | 95,3 | 96,0 |
| МайкроСорч Плюс Соя (2,5 кг/т) | 97,0 | 98,0 | 96,5 | 97,0 | 96,2 | 96,9 | 95,7 | 96,2 |
| МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) | 98,2 | 98,4 | 98,5 | 98,3 | 96,8 | 97,1 | 96,8 | 96,9 |

За результатами лабораторних досліджень, що представлені у таблиці 3.2 можемо стверджувати, що використання інокулянта нового покоління сприяло підвищенню лабораторної схожості при використанні інокулянту МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) у порівнянні з контролем (БіоМаг Соя). Так, лабораторна схожість насіння сорту сої Голубка на варіанті 2 перевищувала контроль на 0,1%, а на варіанті 3 – на 1,6%. Лабораторна схожість насіння сої сорту Златослава була найвищою у варіанті 3, що на 0,9% перевищувала контроль, на варіанті 2 показник зріс на 0,2%. Отже, лабораторна схожість насіння сої сортів Голубка і Златослава підвищилася на варіантах із застосуванням інокулянта МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т), проте на варіанті із МайкроСорч Плюс Соя (2,5 кг/т) мали також гарний результат у порівнянні з контролем.

Вплив інокулянтів на польову схожість насіння сої подано у таблиці 3.3 (усереднені показники за 2023–2024 роки).

Таблиця 3.3

**Вплив інокулянтів на польову схожість насіння сої, %
(середнє за 2023-2024рр.)**

| Варіанти | Голубка | | | Златослава | | |
|--------------------------------|---------|------|---------|------------|------|---------|
| | Роки | | Середнє | Роки | | Середнє |
| | 2023 | 2024 | | 2023 | 2024 | |
| Контроль (БіоМаг Соя) | 78,1 | 73,4 | 75,8 | 80,0 | 71,0 | 75,5 |
| МайкроСорч Плюс Соя (2,5 кг/т) | 79,7 | 75,2 | 77,5 | 82,3 | 72,2 | 77,3 |
| МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) | 81,5 | 75,9 | 78,7 | 85,1 | 73,4 | 79,3 |

За результатами польових досліджень, таблиця 3.3, найвища схожість насіння сої була у варіанті з використанням інокулянта МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т). Схожість насіння сорту Голубка на варіанті з використанням МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) перевищували контроль на 2,9%, а у варіанті з МайкроСорч Плюс Соя (2,5кг/т) – на 1,8%. Схожість насіння сої сорту Златослава на варіанті з використанням інокулянта МайкроСорч Плюс Соя (2,8кг/т) перевищували контрольні показники на 3,8%, а у варіанті з МайкроСорч Плюс Соя (2,5 кг/т) – на 1,8%.

Отже, лабораторні й польові дослідження схожості насіння сої, яку обробляли інокулянтом у різних нормах показали, що кращі результати були на варіантах із застосуванням препарату МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т).

Протягом 2023–2024 років було проведено дослідження із впливу інокулянтів на морфометричні показники рослин сої. Спостереження проводили у фазі утворення бобів. У таблиці 3.4 подано усереднені результати досліджень на сорті сої Голубка.

Таблиця 3.4

**Вплив інокулянтів на морфометричні показники рослин сої сорту Голубка
(фаза утворення бобів, середнє за 2023-2024рр.)**

| Варіанти | Висота рослин, см | | | Кількість листків на одній рослині, шт. | | | Маса однієї рослини, г | | |
|--------------------------------|-------------------|------|---------|---|------|---------|------------------------|------|---------|
| | 2023 | 2024 | середнє | 2023 | 2024 | середнє | 2023 | 2024 | середнє |
| Контроль (БіоМаг Соя) | 63,0 | 62,8 | 62,9 | 11,2 | 10,8 | 11,0 | 75,3 | 71,2 | 74,1 |
| МайкроСорч Плюс Соя (2,5 кг/т) | 63,0 | 63,6 | 63,3 | 12,2 | 11,0 | 11,6 | 74,3 | 73,5 | 73,9 |
| МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) | 66,1 | 64,5 | 65,6 | 13,6 | 12,0 | 12,4 | 78,5 | 76,5 | 77,0 |

За результатами досліджень, що показані у таблиці 3.4 можна сказати, що висота рослин сої сорту Голубка на варіанті з інокулянтом МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) була найвищою, і у порівнянні з контролем збільшилась на 2,7см. Висота рослин на варіанті з інокулянтом МайкроСорч Плюс Соя (2,5кг/т) була меншою за контрольні показники на 0,4см. Підрахунок кількості листків на рослині показав, що більше їх було на варіанті з інокулянтом МайкроСорч Плюс Соя (2,8кг/т) – 2,4 шт., дещо менші показники отримали на варіанті з використанням препарату МайкроСорч Плюс Соя (2,5кг/т) – 0,4 шт. Показник маси однієї рослини показав, що кращі результати були також на варіанті з використанням МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т), що на 2,9 г вищі за контрольні показники, показники варіанту з МайкроСорч Плюс Соя (2,5кг/т) були дещо нижчі кращого варіанту, проте перевищували контроль на 0,2г.

У таблиці 3.5 подано усереднені результати досліджень на сорті сої Златослава.

Таблиця 3.5

**Вплив інокулянтів на морфометричні показники рослин сої сорту
Златослава (фаза утворення бобів, середнє за 2023-2024рр.)**

| Варіанти | Висота рослин, см | | | Кількість листків на одній рослині, шт. | | | Маса однієї рослини, г | | |
|--------------------------------|-------------------|------|---------|---|------|---------|------------------------|------|---------|
| | 2023 | 2024 | середнє | 2023 | 2024 | середнє | 2023 | 2024 | середнє |
| Контроль (БіоМаг Соя) | 69,0 | 65,0 | 67,0 | 10,5 | 8,5 | 9,5 | 76,4 | 70,6 | 73,5 |
| МайкроСорч Плюс Соя (2,5 кг/т) | 74,3 | 63,1 | 68,2 | 11,6 | 9,3 | 10,9 | 77,1 | 71,5 | 74,4 |
| МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) | 74,2 | 70,0 | 72,1 | 12,3 | 11,5 | 11,9 | 86,3 | 82,2 | 84,3 |

За результатами досліджень, що показані у таблиці 3.5 можна сказати, що висота рослин сої сорту Златослава на варіанті з інокулянтом МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) була найвищою, і перевищувала контроль на 5,1см, рослини на варіанті 2 перевищували показник контролю на 1,2см. Найбільша кількість листків на одній рослині також відмічено на варіанті із використанням інокулянта МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) – 2,4шт., висота рослин на контролі була нижчою за показник на варіанті 2 на 1,4 шт. Найбільший показник маси однієї рослини відмічено у варіанті 3, що на 10,8г перевищив контроль та на 9,9г варіант 3.

Отже, дослідження впливу різних норм інокулянта МайкроСорч Плюс Соя на морфометричні показники сої показали кращі результати на сорті Златослава – препарат МайкроСорч Плюс Соя(2,8 кг/т).

Одним із факторів, який впливає на урожайність бобових культур є наявність на їх коренях бульбочок, які фіксують азот атмосфери. Вплив інокулянтів на утворення бульбочок на коренях рослин сої подано у таблицях 3.6 і 3.7.

Таблиця 3.6

**Вплив інокулянтів на утворення бульбочок на коренях рослин сої
сорту Голубка (середнє за 2023-2024рр.)**

| Варіанти | Кількість, шт. | | | Маса бульбочок з 1 рослини, г | | | | | |
|--------------------------------------|----------------|------|---------|-------------------------------|------|---------|-------|------|---------|
| | | | | сирих | | | сухих | | |
| | 2023 | 2024 | середнє | 2023 | 2024 | середнє | 2023 | 2024 | середнє |
| Контроль (БіоМаг Соя) | 25 | 22 | 23,5 | 3,0 | 2,2 | 2,6 | 1,2 | 0,7 | 0,95 |
| МайкроСорч Плюс Соя (2,5 кг/т) | 28 | 25 | 26,5 | 3,0 | 2,6 | 2,8 | 1,3 | 0,9 | 1,10 |
| МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) | 39 | 27 | 33 | 5,2 | 4,3 | 4,8 | 2,0 | 2,1 | 2,05 |

За результатами досліджень, що показані у таблиці 3.6 можемо сказати, що при використанні БіоМаг Соя на сорті Голубка бульбочки утворювалися гірше ніж на варіантах з МайкроСорч Плюс Соя. Проте, у варіанті 3 (МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т)) утворення бульбочок відбувалося інтенсивніше – на 9,5шт. у порівнянні з контролем.

Таблиця 3.7

**Вплив інокулянтів на утворення бульбочок на коренях рослин сої
сорту Златослава (середнє за 2023-2024рр.)**

| Варіанти | Кількість, шт. | | | Маса бульбочок з 1 рослини, г | | | | | |
|--------------------------------------|----------------|------|---------|-------------------------------|------|---------|-------|------|---------|
| | | | | сирих | | | сухих | | |
| | 2023 | 2024 | середнє | 2023 | 2024 | середнє | 2023 | 2024 | середнє |
| Контроль (БіоМаг Соя) | 25 | 19 | 22 | 4,28 | 3,8 | 4,04 | 1,8 | 1,4 | 1,6 |
| МайкроСорч Плюс Соя (2,5 кг/т) | 30 | 24 | 27 | 4,72 | 3,75 | 4,23 | 1,9 | 1,5 | 1,7 |
| МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) | 32 | 28 | 30 | 4,96 | 4,01 | 4,48 | 1,95 | 1,7 | 1,83 |

За результатами досліджень, що показані у таблиці 3.7 можемо сказати,

що при використанні БіоМаг Соя на сорті **Златослава** бульбочки утворювалися гірше ніж на варіантах з МайкроСорч Плюс Соя. Проте, у варіанті 3 (МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т)) утворення бульбочок відбувалося інтенсивніше – на 8шт. у порівнянні з контролем.

Отже, утворення бульбочок інтенсивніше відбувалося при використанні інокулянта МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) на обох сортах.

3.2 Вплив інокулянтів на елементи структури урожаю сої

Формування урожаю сої залежить від елементів структури урожаю. До них відносять: кількість рослин на 1 м² (шт.), кількість бобів на одній рослині (шт.), кількість зерен в одному бобі (шт.), маса зерна з однієї рослини (г) і маса 1000 зерен (г). Дослідження впливу інокулянтів на елементи структури урожаю подано у таблицях 3.8 і 3.9.

Таблиця 3.8

Вплив інокулянтів на елементи структури урожаю сої (2023р.)

| Варіанти | Кількість рослин на 1 м ² , шт. | Кількість бобів на одній рослині, шт. | Кількість зерен в бобі, шт. | Маса зерна з однієї рослини, г. | Маса 1000 зерен, г. |
|--------------------------------|--|---------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------|
| Сорт Голубка | | | | | |
| Контроль (БіоМаг Соя) | 40,2 | 19,8 | 1,77 | 5,8 | 145,9 |
| МайкроСорч Плюс Соя (2,5 кг/т) | 42,8 | 21,2 | 1,82 | 6,6 | 148,0 |
| МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) | 44,4 | 26,7 | 1,86 | 6,8 | 147,5 |
| Сорт Златослава | | | | | |
| Контроль (БіоМаг Соя) | 42,3 | 18,5 | 1,65 | 4,7 | 139,8 |
| МайкроСорч Плюс Соя (2,5 кг/т) | 44,7 | 20,7 | 1,76 | 5,4 | 146,2 |
| МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) | 45,0 | 22,1 | 1,75 | 5,7 | 149,8 |

За результатами досліджень, що показані у таблиці 3.8 відмічено, що при використанні інокулянта МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) показники елементів структури урожаю на обох сортах були найвищими, як у порівнянні з контролем так і відносно варіанту із застосуванням інокулянта МайкроСорч Плюс Соя (2,5 кг/т). Проте, відхилення між показниками на варіантах 2 і 3 незначні.

Таблиця 3.9

Вплив інокулянтів на елементи структури урожаю сої (2024р.)

| Варіанти | Кількість рослин на 1 м ² , шт. | Кількість бобів на одній рослині, шт. | Кількість зерен в бобі, шт. | Маса зерна з однієї рослини, г. | Маса 1000 зерен, г. |
|--------------------------------|--|---------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------|
| Сорт Голубка | | | | | |
| Контроль (БіоМаг Соя) | 29,7 | 25,3 | 1,67 | 7,2 | 147,8 |
| МайкроСорч Плюс Соя (2,5 кг/т) | 33,5 | 29,9 | 1,86 | 8,6 | 151,2 |
| МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) | 34,8 | 29,8 | 1,90 | 8,8 | 151,8 |
| Сорт Златослава | | | | | |
| Контроль (БіоМаг Соя) | 31,6 | 27,5 | 1,72 | 7,7 | 141,9 |
| МайкроСорч Плюс Соя (2,5 кг/т) | 34,1 | 29,6 | 1,88 | 8,4 | 153,8 |
| МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) | 35,2 | 34,1 | 1,88 | 8,8 | 154,1 |

За результатами досліджень, що показані у таблиці 3.9 можемо сказати, що використання інокулянта МайкроСорч Плюс Соя на сорті Златослава у 2023 році показало кращі результати за сорт Голубка.

Аналізуючи показники сорту Голубка варіант 3 бачимо, що кількість рослин на 1м.кв. була вищою за контроль на 5,1шт. Кількість бобів на 1 рослині були вищими на 4,5шт. у порівнянні з контролем. Кількість зерен в бобі була на 0,23шт. більшою за контроль, відповідно маса зерна з однієї рослини

перевищувала на 1,6г, а маса 1000 зерен – на 4г. Показники на варіанті 2 мали незначні відхилення від кращого варіанту, і вони також були вищими за контроль.

Дослідження елементів структури урожаю сої сорту Златослава показали підвищення усіх показників саме на варіанті із використанням МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т). Так, кількість рослин на 1 м.кв. збільшилась на 3,6 шт.; кількість бобів на одній рослині – на 6,6шт.; кількість зерен в бобі – на 0,16шт.; маса зерна з однієї рослини – на 1,1г.; маса 1000 зерен – на 12,2г.

Отже, аналізуючи показники елементів структури урожаю сортів сої у 2023–2024роках можемо стверджувати, що використання інокулянта МайкроСорч Плюс Соя підвищило отриманні у дослідженнях показники у порівнянні з контролем, проте кращим препаратом виявився варіант 3 з підвищеною нормою препарату.

3.3 Вплив інокулянтів на урожайність сортів сої та їх якісні показники

Дослідження, що були розпочаті в 2023 році у господарстві, мали на меті дослідити вплив інокулянтів на урожайність сортів сої. Обрані інокулянти, якими проводили обробку насіння сої перед сівбою дозволяють отримати кращі урожаї екологічно безпечної сировини.

Вплив інокулянтів на урожайність сортів **Голубка** та **Златослава** подано у таблицях 3.10 та 3.11.

Таблиця 3.10

Вплив інокулянтів на урожайність зерна сої сорт Голубка, т/га

| Варіанти | Роки | | Середнє | Приріст урожайності | |
|--------------------------------|------|------|---------|---------------------|-------|
| | 2023 | 2024 | | т/га | % |
| Контроль (БіоМаг Соя) | 2,40 | 2,37 | 2,39 | - | - |
| МайкроСорч Плюс Соя (2,5 кг/т) | 2,69 | 2,55 | 2,62 | 0,23 | +9,6 |
| МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) | 2,93 | 2,76 | 2,85 | 0,46 | +19,3 |
| НІР _{0,05} | | | 0,15 | | |

За результатами досліджень, що показані у таблиці 3.10 можемо сказати, що приріст урожаю сорту Голубка на варіанті із використанням МайкроСорч Плюс Соя (2,5 кг/т) складав 0,23ц/га (9,6%), а на варіанті із використанням МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) – 0,46ц/га (19,3%). Відмічено, що у 2023 році урожайність по сорту Голубка була нижчою за показники 2024 року, на що вплинули аномальні кліматичні умови року.

Таблиця 3.11

Вплив інокулянтів на урожайність зерна сої сорт Златослава, т/га

| Варіанти | Роки | | Середнє | Приріст урожайності | |
|--------------------------------|------|------|---------|---------------------|-------|
| | 2023 | 2024 | | ц/га | % |
| Контроль (БіоМаг Соя) | 2,50 | 2,17 | 2,34 | - | - |
| МайкроСорч Плюс Соя (2,5 кг/т) | 2,89 | 2,47 | 2,68 | 0,34 | +14,5 |
| МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) | 3,01 | 2,60 | 2,81 | 0,47 | +20,1 |
| НІР _{0,05} | | | 0,13 | | |

За результатами досліджень, що показані у таблиці 3.11 можемо сказати, що приріст урожаю сорту Златослава на варіанті із використанням МайкроСорч Плюс Соя складав 0,34 т/га (14,5%), тоді як на варіанті 3 – 0,47т/га (20,1%). Зазначимо, що на даному сорті кращі результати були при використанні інокулянта МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) як у 2023 так і у 2024 роках.

Вплив інокулянтів на якість зерна сої показано у таблиці 3.12.

За результатами досліджень, що показані у таблиці 3.12 можемо сказати, що вміст білку був у межах норми і на варіантах із застосуванням інокулянтів БіоМаг Соя та МайкроСорч Плюс Соя мав незначні відхилення у межах 0,8–1,4% для сорту Златослава і у межах 1,3–2,2% для сорту Голубка. Слід зазначити, що олійність у насінні сорту Златослава була вищою за показники сорту Голубка на усіх варіантах Найвищий показник вмісту вуглеводів по обох сортах спостерігали на варіанті із застосуванням МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) на обох сортах порівняно з контролем.

Таблиця 3.12

Вплив інокулянтів на якість зерна сої (середнє за 2023-2024рр.)

| Варіант | Білок, % | Олійність, % | Вуглеводи, % |
|--------------------------------|----------|--------------|--------------|
| <i>Сорт Голубка</i> | | | |
| Контроль (БіоМаг Соя) | 33,0 | 20,0 | 11,8 |
| МайкроСорч Плюс Соя (2,5 кг/т) | 34,3 | 20,0 | 12,0 |
| МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) | 35,2 | 20,0 | 12,2 |
| <i>Сорт Златослава</i> | | | |
| Контроль (БіоМаг Соя) | 34,0 | 21,0 | 11,5 |
| МайкроСорч Плюс Соя (2,5 кг/т) | 34,8 | 21,0 | 11,7 |
| МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) | 35,4 | 21,0 | 12,9 |

Отже, аналізуючи отримані дані можемо сказати, що кращі результати були отримані на варіанті із застосуванням інокулянта МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) на обох сортах, хоча препарат МайкроСорч Плюс Соя з нормою 2,5кг/т мав незначні відхилення і також рекомендується до застосування у господарстві.

РОЗДІЛ 4

Економічна ефективність вирощування сої залежно від інокуляції та генетичних особливостей

Проблема підвищення урожайності сої є важливою для господарства України, особливо в умовах двадцять першого століття. Не менш актуальним є завдання підвищення економічної ефективності його виробництва, тому існує необхідність економічно та енергетично обґрунтувати технологію вирощування насіння сої для отримання найкращого результату – максимально можливого чистого прибутку і рентабельності за зниження виробничих витрат і собівартості продукції. Враховуючи важливість економічного обґрунтування кожного елемента технології вирощування насіння сої науково цінним є проведення відповідних розрахунків для встановлення показників вартості валової продукції, загальних виробничих витрат, собівартості насіння, умовного чистого прибутку та рівня рентабельності залежно від впливу сортового складу, удобрення та захисту рослин [10].

Важливим показником, що підтверджує або спростовує ефективність застосування деяких агротехнічних прийомів технології вирощування сої, є врожайність та, власне, економічні аспекти її формування. Адже саме запорука отримання високої та стабільної продуктивності цієї культури дає змогу надалі рекомендувати і впроваджувати у виробництво кращі з пропонованих агрозаходів [2].

Завданням сучасного виробництва агропродукції є одночасно збільшення врожайності зернових і зернобобових культур, і скорочення витрат на створення одиниці врожаю. Наразі це актуально для умов сьогодення в умовах високих цін на добрива та агропестициди, техніку, насіннєвий матеріал, які можуть значно знизити прибуток аграрних виробників.

Ефективність сільськогосподарського виробництва є складною економічною категорією, де важливою є результативність, яка відображається у здатності досягати позитивних результатів при мінімізації витрат.

Удосконалення методів вирощування культур, використання новітніх технологій та оптимізація процесів можуть допомогти досягти цих цілей.

Головним принципом визначення економічної ефективності від застосування ґрунтових гербіцидів при вирощуванні сої є порівняння вартості збільшення врожаю з додатковими витратами, необхідними для отримання цієї надбавки. Це допомагає визначити, який варіант є найбільш ефективним з економічної точки зору [19].

При цьому важливо враховувати не лише витрати на гербіциди, але й їх вплив на фітосанітарний стан, врожайність та якість продукції, а також можливі ризики та побічні ефекти.

Аналізуючи ці фактори, можна прийняти обґрунтоване рішення щодо використання ґрунтових гербіцидів у сільському господарстві. При визначенні економічної ефективності витрат враховуються різноманітні показники, які допомагають оцінити результативність виробництва [2]. Основні з них включають:

Вихід продукції із 1 га – цей показник вказує на кількість продукції, яка вирощується на одному гектарі.

Приріст продукції з 1 га, що отримують за рахунок застосування гербіцидів та інших агрохімікатів – це показник ефективності використання різних препаратів та добрив що впливають на збільшення врожайності.

Величина виробничих витрат з 1 га – сума коштів, які витрачаються на виробництво продукції з одного гектара.

Собівартість 1 ц продукції від застосування гербіцидів – характеризує вплив використання добрив на вартість виробництва.

Чистий прибуток із 1 га – сума прибутку, яка залишається після відрахування всіх витрат.

Рентабельність – відношення прибутку до загальних витрат, що вказує на ефективність виробництва.

Окупність агрозаходу – показник, який вказує на термін, за який можна повернути витрати на виробництво [19].

Ці показники допомагають аграріям оцінити ефективність своєї діяльності та приймати обґрунтовані рішення щодо використання ресурсів. Основна мета кожного підприємства полягає в одержанні прибутку внаслідок

виробництва агропродукції, яка є необхідною для суспільства. Економічна ефективність виробництва сільськогосподарської продукції характеризується системою натуральних та вартісних показників, які дозволяють оцінити ефективність використання ресурсів, виробництво продукції та отримання прибутку [10]. Економічна ефективність вирощування сої за використання ґрунтових гербіцидів показано у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Економічна ефективність вирощування сої

| Показники | Сорт Голубка | | | Сорт Златослава | | |
|-------------------------------------|--------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | Контроль | МайкроСорч Плюс Соя (2,5 кг/т) | МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) | Контроль | МайкроСорч Плюс Соя (2,5 кг/т) | МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) |
| Урожайність, т/га | 2,39 | 2,62 | 2,85 | 2,34 | 2,68 | 2,81 |
| Вартість 1 т продукції, грн | 16200 | 16200 | 16200 | 16200 | 16200 | 16200 |
| Вартість валової продукції, грн./га | 38718 | 42444 | 46170 | 37908 | 43416 | 45522 |
| Виробничі затрати, грн/га | 24992,5 | 24992,7 | 24992,9 | 24992,5 | 24992,8 | 24992,9 |
| Чистий прибуток, грн./га | 13725,5 | 17451,3 | 21177,1 | 12915,5 | 18423,2 | 20529,1 |
| Рентабельність, % | 54,92 | 69,83 | 84,73 | 51,68 | 73,71 | 82,14 |

Основна мета кожного підприємства полягає в одержанні прибутку внаслідок виробництва агропродукції, яка є необхідною для суспільства. Економічна ефективність виробництва сільськогосподарської продукції характеризується системою натуральних та вартісних показників, які дозволяють оцінити ефективність використання ресурсів, виробництво

продукції та отримання прибутку. Наведені дані таблиці 4.1 свідчать про економічну ефективність вирощування сої за умови застосування інокулянта нового покоління МайкроСорч Плюс Соя. Показник рентабельності на варіанті з підвищеною нормою препарату на сортах Голубка та Златослава перевищив контроль на 30%, тоді як рентабельність на варіанті 2 перевищила контроль у межах 15–22%.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Дослідження, яке було проведено у ПСП «Нове життя» Полтавського району Полтавської області у 2023-2024рр, мало на меті пошук найбільш ефективних норм інокулянтів для допосівної обробки насіння сої на основі наступних висновків:

– використання інокулянта нового покоління у нормі 2,8кг/т сприяло підвищенню енергії проростання по обох сортах. Так, найвищі показники енергії проростання на сорті Златослава відзначено при використанні інокулянта МайкроСорч Плюс Соя (2,8кг/т) (збільшився у порівнянні з контролем на 5,6%), тоді як на варіанті з використанням інокулянта МайкроСорч Плюс Соя (2,5 кг/т) показник підвищився на 3%. Енергія проростання насіння сої сорту Голубка (2023р) на варіанті з використанням МайкроСорч Плюс Соя (2,8кг/т) перевищувала контроль на 2,3%, на варіанті МайкроСорч Плюс Соя (2,5кг/т) – на 1%. Отже, енергія проростання насіння сої сортів Голубка та Златослава були найвищі на варіанті із використанням інокулянта МайкроСорч Плюс Соя (2,8кг/т).

– використання інокулянта нового покоління сприяло підвищенню лабораторної схожості при використанні інокулянту МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) у порівнянні з контролем (БіоМаг Соя). Так, лабораторна схожість насіння сорту сої Голубка на варіанті 2 перевищувала контроль на 0,1%, а на варіанті 3 – на 1,6%. Лабораторна схожість насіння сої сорту Златослава була найвищою у варіанті 3, що на 0,9% перевищувала контроль, на варіанті 2 показник зріс на 0,2%. Отже, лабораторна схожість насіння сої сортів Голубка і Златослава підвищилася на варіантах із застосуванням інокулянта МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т), проте на варіанті із МайкроСорч Плюс Соя (2,5 кг/т) мали також гарний результат у порівнянні з контролем.

– найвища польова схожість насіння сої була у варіанті з використанням інокулянта МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т). Схожість насіння сорту Голубка на варіанті з використанням МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) перевищували контроль на 2,9%, а у варіанті з МайкроСорч Плюс Соя (2,5кг/т) – на 1,8%. Схожість насіння сої сорту Златослава на варіанті з використанням інокулянта

МайкроСорч Плюс Соя (2,8кг/т) перевищували контрольні показники на 3,8%, а у варіанті з МайкроСорч Плюс Соя (2,5 кг/т) – на 1,8%.

– висота рослин сої сорту Голубка на варіанті з інокулянтом МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) була найвищою, і у порівнянні з контролем збільшилась на 2,7см. Висота рослин на варіанті з інокулянтом МайкроСорч Плюс Соя (2,5кг/т) була меншою за контрольні показники на 0,4см. Підрахунок кількості листків на рослині показав, що більше їх було на варіанті з інокулянтом МайкроСорч Плюс Соя (2,8кг/т) – 2,4 шт., дещо менші показники отримали на варіанті з використанням препарату МайкроСорч Плюс Соя (2,5кг/т) – 0,4 шт. Показник маси однієї рослини показав, що кращі результати були також на варіанті з використанням МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т), що на 2,9 г вищі за контрольні показники, показники варіанту з МайкроСорч Плюс Соя (2,5кг/т) були дещо нижчі кращого варіанту, проте перевищували контроль на 0,2г.

– висота рослин сої сорту Златослава на варіанті з інокулянтом МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) була найвищою, і перевищувала контроль на 5,1см, рослини на варіанті 2 перевищували показник контролю на 1,2см. Найбільша кількість листків на одній рослині також відмічено на варіанті із використанням інокулянта МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) – 2,4шт., висота рослин на контролі була нижчою за показник на варіанті 2 на 1,4 шт. Найбільший показник маси однієї рослини відмічено у варіанті 3, що на 10,8г перевищив контроль та на 9,9г варіант 3.

– при використанні БіоМаг Соя на обох сортах бульбочки утворювалися гірше ніж на варіантах з МайкроСорч Плюс Соя. Проте, у варіанті 3 (МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т)) утворення бульбочок відбувалося інтенсивніше – на 8–9,5шт. у порівнянні з контролем.

– при використанні інокулянта МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) показники елементів структури урожаю на обох сортах були найвищими, як у порівнянні з контролем так і відносно варіанту із застосуванням інокулянта МайкроСорч Плюс Соя (2,5 кг/т). Проте, відхилення між показниками на

варіантах 2 і 3 незначні.

– приріст урожаю сорту Голубка на варіанті із використанням МайкроСорч Плюс Соя (2,5 кг/т) складав 0,23ц/га (9,6%), а на варіанті із використанням МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) – 0,46ц/га (19,3%); приріст урожаю сорту Златослава на варіанті із використанням МайкроСорч Плюс Соя складав 0,34 т/га (14,5%), тоді як на варіанті 3 – 0,47т/га (20,1%). Зазначимо, що на даному сорті кращі результати були при використанні інокулянта МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) як у 2023 так і у 2024 роках.

– вміст білку був у межах норми і на варіантах із застосуванням інокулянтів БіоМаг Соя та МайкроСорч Плюс Соя мав незначні відхилення у межах 0,8–1,4% для сорту Златослава і у межах 1,3–2,2% для сорту Голубка. Слід зазначити, що олійність у насінні сорту Златослава була вищою за показники сорту Голубка на усіх варіантах Найвищий показник вмісту вуглеводів по обох сортах спостерігали на варіанті із застосуванням МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) на обох сортах порівняно з контролем.

Отже, аналізуючи отримані дані можемо сказати, що кращі результати були отримані на варіанті із застосуванням інокулянта МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) на обох сортах, хоча препарат МайкроСорч Плюс Соя з нормою 2,5кг/т мав незначні відхилення і також рекомендується до застосування у господарстві.

АНОТАЦІЯ

Сокура О.М. Урожайність сортів сої залежно від інокуляції та генетичних властивостей.

Кваліфікаційна робота на здобуття СВО Магістр.

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

Обсяг кваліфікаційної роботи: 64 с., 15 табл., 4 додатки 56 літературних джерел.

Об'єкт досліджень: вплив інокулянтів на процеси росту, розвитку та формування врожаю зерна сої, залежно від сортових особливостей; предмет дослідження – сорти сої Златослава і Голубка.

Мета роботи: вивчення впливу інокулянтів на розкриття сортового і генетичного потенціалу сортів сої.

Результати та їх новизна: під час польового експерименту розкрито генетичний потенціал сортів сої, доведено ефективність застосування підвищених норм інокулянтів перед сівбою, що сприяє покращенню роботи нодуляційного апарату та підвищує урожайність культури.

Основні наукові та практичні результати: приріст урожаю сорту Голубка на варіанті із використанням МайкроСорч Плюс Соя (2,5 кг/т) склав 0,23ц/га (9,6%), а на варіанті із використанням МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) – 0,46ц/га (19,3%); приріст урожаю сорту Златослава на варіанті із використанням МайкроСорч Плюс Соя склав 0,34 т/га (14,5%), тоді як на варіанті 3 – 0,47т/га (20,1%).

Галузь застосування: 20 Аграрні науки та продовольство.

Значення роботи та висновки: кращі результати були отримані на варіанті із застосуванням інокулянта МайкроСорч Плюс Соя (2,8 кг/т) на обох сортах, хоча препарат МайкроСорч Плюс Соя з нормою 2,5кг/т мав незначні відхилення і також рекомендується до застосування у господарстві.

Перелік ключових слів: соя, інокулянти, бульбочкові бактерії, фенологічні спостереження, урожайність, якісні показники сої.