

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

Кафедра рослинництва

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на тему:**

**«ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ІНОКУЛЯНТІВ У  
ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ»**

Виконав: здобувач вищої освіти  
за ОПІ Еколого-економічне рослинництво  
спеціальності 201 Агрономія  
ступеня вищої освіти магістр  
денної форми здобуття освіти  
Нелюба Назар Анатолійович

Керівник: ЛЯШЕНКО Віктор Васильович,  
кандидат с.-г. наук, доцент

Рецензент: БІЛЯВСЬКА Людмила Григорівна,  
доктор с.-г. наук, професор

**Полтава – 2024 року**





## ЗМІСТ

<b>ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ</b>	5
<b>РОЗДІЛ 1 ВИКОРИСТАННЯ ІНОКУЛЯНТІВ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ (огляд літератури)</b>	9
1.1 Актуальність та особливість інокуляції сої	9
1.2 Вплив інокуляції на вегетаційні процеси, продуктивність і врожайність сої	15
<b>РОЗДІЛ 2 УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>	21
2.1 Місце проведення досліджень	21
2.2 Ґрунтові умови господарства	21
2.3 Погодні умови місця проведення дослідження	22
2.4 Методика проведення досліджень	27
<b>РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>	30
3.1 Ефективність функціонування симбіотичної системи сої	30
3.2 Індивідуальна продуктивність сої за використання інокулянтів	32
3.3 Формування врожайності й якості сої при інокуляції насіння	34
<b>РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ</b>	38
<b>РОЗДІЛ 5 ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА</b>	41
<b>РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ</b>	44
<b>ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ</b>	46
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b>	48
<b>ДОДАТКИ</b>	59

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Достатньо тривалий час на вітчизняному аграрному ринку соя (*Glycine max* (L.) Merrill) разом з іншими зерновими культурами посідає головні позиції в структурі експорту і переробки в харчовій промисловості та корми для тварин. Соя також має стратегічно важливе значення у забезпеченні економічної та продовольчої безпеки держави. Вирішальними подіями, котрі викликали збільшення попиту до цієї культури в світі протягом останніх 20 років, є, перш за все, зміни у системі харчування населення розвинених країн, як наслідок переходу на рослинні жири й олію та відмови від вживання тваринних жирів. Також відбулись стрімкий розвиток галузі тваринництва у країнах ЄС і збільшення чисельності населення в країнах Азії. Сукупно зазначене сприяло зростанню глобального попиту на сою, що призвело до розширення площ її вирощування у багатьох країнах світу, в тому числі й в Україні.

Насіння сої містить від 38 до 42 % білка і від 19 до 22 % жиру в сухій речовині. Крім того, соєві боби також містять багато інших сполук, у тому числі мінералів, які є корисними для здоров'я та знижують ризик багатьох захворювань. Однак, вміст мінеральних речовин і поживних елементів в сої багато в чому залежить від агротехніки вирощування. Сільськогосподарські виробники, намагаючись отримати максимальні врожаї, використовують обробку пестицидами, фосфорні та азотні добрива, які стали загрозою для всіх елементів екосистем.

Для обмеження негативного впливу цих методів обробки на ґрунтове середовище необхідно використовувати нові стійкі, економічно ефективні й екологічно безпечні технології вирощування, які забезпечують високу врожайність і якість культур. Застосування безпечних для навколишнього середовища практик диктується законодавством Європейського Союзу (Директива ЄС 2009/128), яке є обов'язковим для виконання експортерами сої з України. Одним з таких агроприйомів є використання інокулянтів, завдяки

яким з'являється достатній потенціал для підвищення врожайності сої за рахунок збільшення росту, підвищення родючості ґрунту та ефективності використання поживних речовин. Інокуляція сої значно знижує собівартість її виробництва, а отже збільшує економічну ефективність, оскільки інокулянти дешевші, ніж неорганічні азотні добрива.

Таким чином, на сьогодні перед виробниками в Україні постає завдання щодо підвищення економічної ефективності вирощування сої зі збереженням екологічної безпечності кінцевої продукції, зменшенням негативного навантаження на природне середовище, збереження та відновлення родючості ґрунтів. Все це можливо за умови застосування інокулянтів в технології вирощування сої.

**Мета і завдання дослідження.** Метою роботи є дослідити ефективність від застосування інокулянтів у технології вирощування сої в умовах Лісостепу.

Досягнення поставленої мети програмою дослідження передбачало вирішення наступних завдань:

- встановити вплив інокуляції на вегетаційні процеси, продуктивність і врожайність сої;
- дослідити вплив інокулянтів на симбіотичні системи рослин сої;
- оцінити індивідуальну продуктивність сої за використання інокулянтів;
- проаналізувати врожайність і якість сої при інокуляції насіння;
- надати економічну оцінку ефективності застосування інокулянтів у технології вирощування сої.

**Об'єкт і предмет дослідження.** Об'єктом дослідження є процес формування врожайності й якості сої залежно від сорту та передпосівної інокуляції насіння за різних погодних умов.

Предмет дослідження – сорти сої Королева й GMAX 8004, інокулянт, врожайність, якість, економічна ефективність технології вирощування.

**Методи досліджень:** польовий метод використано для визначення дії та взаємодії факторів, що досліджуються; лабораторно-аналітичний – визначення біометричних показників структури врожаю, врожайності й якості

бобів сої; порівняльно-розрахунковий – обрахунку економічної ефективності технології вирощування дослідних сортів сої в умовах Лісостепу.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає в тому, що вперше дослідним шляхом визначено ефективність використання інокулянтів у технології вирощування сої сортів Королева й GMAX 8004 в польових умовах фермерського господарства Полтавської області. Доведено, що різні інокулянти (Оптимайз 200 і Ризобофіт), сортові особливості та погодні умови мали значний вплив на симбіотичні системи рослин, елементи продуктивності дослідних сортів сої, формування врожайності й якості зерна. Визначено, що найбільш врожайним є сучасний сорт сої Королева, який більш адаптований до вітчизняних погодних і кліматичних умов, ніж сорт GMAX 8004 італійської селекції. Виявлено, що передпосівна інокуляція позитивно впливає на врожайність, а отже й на економічну та господарську ефективність вирощування сої сучасних сортів. У результаті вирощування сої враховували потреби рослин у засвоєнні азоту й інших елементах живлення, захисті рослин від бур'янів, хвороб і шкідників залежно від погодних умов, сортових і ґрунтових особливостей, регулювались агротехнікою вирощування.

**Практичне значення одержаних результатів** обумовлено їх можливим подальшим застосуванням сільськогосподарськими виробниками з метою підвищення врожайності й якості сучасних сортів сої в умовах Лісостепу України за рахунок передпосівної інокуляції насіння.

**Особистий внесок здобувача.** За консультації наукового керівника означено мету роботи, завдання до програми досліджень і їх методи вирішення. Виконувачем кваліфікаційної роботи опрацьовано та проаналізовано літературні джерела відповідно до обраної тематики; визначено й обґрунтовано напрямки досліджень; впорядковано програму та визначено необхідні методики її виконання; реалізовано польові та лабораторні дослідження; оброблено й організовано результати експериментальних досліджень; згідно з даними аналізу здійснено висновки і надано пропозиції для виробництва; впорядковано наукову роботу до друку.

**Апробація результатів роботи.** Визначальні положення кваліфікаційної роботи були представлені для обговорення на засіданні кафедри рослинництва Полтавського державного аграрного університету (ПДАУ) та Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції на тему: *«Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування, присвячена пам'яті професора Г.П. Жемели»*, яка відбулась 30 вересня 2024 року в ПДАУ.

**Публікації.** Ляшенко В.В., Нелюба Н.А. Значення інокуляції у вирощуванні сої. *Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування, присвячена пам'яті професора Г.П. Жемели* : матеріали Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (Полтава, 30 верес. 2024 р.). Полтава : ПДАУ, 2024. С. 54–57.

**Структура та обсяг роботи.** Випускна робота розміщена на 47 сторінках комп'ютерного набору, містить 3 рисунки та 8 таблиць. Робота складається з загальної характеристики роботи, шести розділів, висновків і рекомендацій виробництву, списку використаних джерел, додатків.

## РОЗДІЛ 1

# ВИКОРИСТАННЯ ІНОКУЛЯНТІВ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ (огляд літератури)

### 1.1 Актуальність та особливість інокуляції сої

Соя (*Glycine max* (L.) Merrill) є однією з найбільш економічно важливих культур у світі, що пояснюється високою цінністю її насіння та його універсальним використанням [1]. На неї припадає майже 50 % світової площі вирощування бобових [2]. Це також одна з найбільш проданих бобових культур у світі, на яку припадає понад 84,5 % проданих зернових бобових культур [3] через її поживну важливість як основного джерела рослинної олії та білка для їжі людей і тварин [4]. У більшості країн соєві боби служать джерелом харчування та харчових добавок для людей і корм для тварин [5]. Таким чином, соя зробила значний внесок у здоров'я людини та соціально-економічний добробут населення у всьому світу [6, 7].

Соя – це, в першу чергу, технічна культура, яка вирощується для отримання олії та протеїну. Незважаючи на відносно низький вміст олії в насінні (близько 20 % у розрахунку на суху речовину), соєві боби є найбільшим окремим джерелом харчової олії, на яку приходится приблизно 50 % загального виробництва олійних культур у світі.

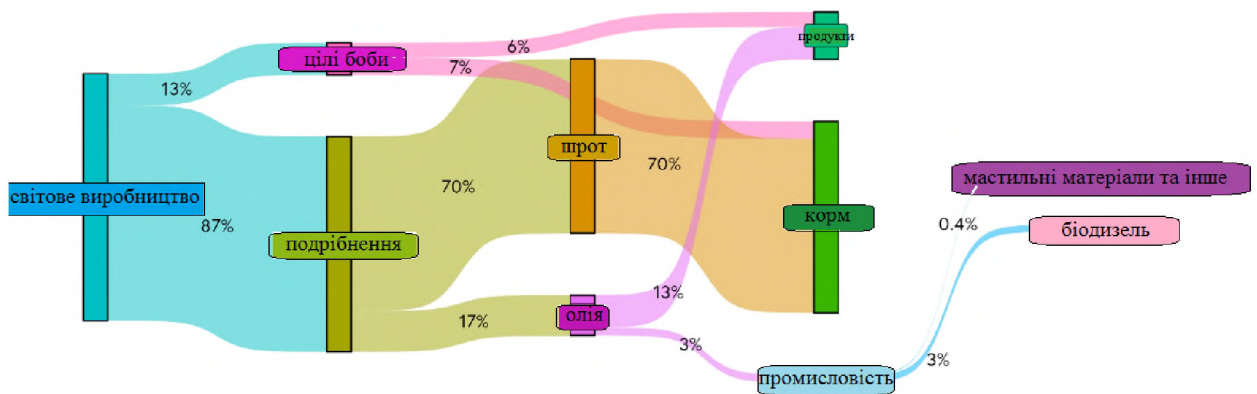
З кожної тонни сирової соєвої олії виробляється приблизно 4,5 т соєвої олії з вмістом білка близько 44 %. На кожен тонну перероблених соєвих бобів комерційна цінність отриманого шроту зазвичай перевищує цінність олії. Таким чином, шрот соєвої олії не можна вважати побічним продуктом виробництва олії. Соя в цьому відношенні є винятком серед олійних культур.

Склад соєвих бобів може дещо відрізнятися залежно від сорту та умов вирощування. Завдяки селекції рослин вдалося отримати рівні білка від 40 % до 45 %, а рівні ліпідів – від 18 до 20 %. Зазвичай збільшення вмісту білка на 1 % супроводжується зменшенням вмісту олії на 0,5 %. До речі, ця негативна

кореляція між протеїном і олією є однією з причин відсутності інтересу до сортів з високим вмістом протеїну, оскільки виробництво цих сортів не дає збільшення доходу з гектара вирощуваної площі.

Можна підрахувати, що кількість білка в щорічному світовому виробництві соєвих бобів, якби його можна було повністю і безпосередньо використовувати для споживання людиною, була б достатньою для забезпечення приблизно однієї третини світової потреби в харчовому білку. Це робить соєві боби одним із найбільших потенційних джерел дієтичного білка [8].

Соя має хороший баланс усіх дев'яти незамінних амінокислот, які не можуть бути синтезовані людським організмом; залежно від використаного методу оцінки якості білка, соя оцінюється так само, як джерела білка тваринного походження. Хоча це означає, що соя може бути ключовим джерелом білка в рослинних дієтах, як показано на рис. 1.1, більшість (~75 % за вагою) фактично використовується на корм тваринам (головним чином для свиней і птиці) [9].



**Рис. 1.1. Очікуване використання сої та похідних сої за вагою [9]**

Важливим фактором з урахуванням вищезазначеного є значне підвищення врожайності завдяки селекції рослин і передовій агротехнічній практиці. Економічні переваги вирощування сої змусили багато країн розпочати широкомасштабне виробництво цієї культури.

За останні десятиліття світове виробництво сої значно зросло. Зараз соя є шостою найбільш поширеною культурою за обсягом виробництва та четвертою як за площею виробництва, так і за економічною цінністю [9]. Світовий ринок сої у сезоні 2023/2024 оцінюється у 394,7 млн метричних тонн (у 2022/2023 – 378,7 млн т), з яких 96,92 % розділено між 10 країнами, серед яких найбільші Бразилія (39%, 153 млн т), США (29%, 113,27 млн т) й Аргентина (12%, 48,1 млн т). Україна посідає 9 місце з часткою в 1 % забезпечує 5,2 млн т [10].

Експертами агенції Oil World (Німеччина) прогнозується збільшення обсягу світової переробки сої у сезоні 2024/2025 на 13 млн т на рік, досягши рекордних 340–341 млн т. Така динаміка зумовлена високим споживчим попитом на соєві олію та шрот. У зв'язку з цим очікується зростання світового виробництва сої в сезоні 2024/2025 до 416,5 млн т з прогнозованих 388,8 млн т у сезоні 2023/2024. Тільки в США заплановано зібрати сої 121 млн т.

При цьому, до кінця сезону 2024/2025 (серпня 2025 р.) запаси олійних культур можуть складати 119 млн т, що перевищить передбачений результат сезону 2023/2024 на 19 млн т і представляє другий за величиною показник в історії спостережень [11].

У 2023 р. валовий збір вирощеної сої в Україні досягнув історичного максимуму, склавши приблизно 5,2 млн т, які було зібрано з 1,8 млн га. Отриманий врожай на 21 % перевищив показник 2022 р. і на 9 % – попередній максимальний результат 2018 р. у розмірі 4,8 млн т. У 2024 р. в Україні очікується новий приріст валового збору врожаю сої, оскільки посівні площі під нею зросли на 10–15 %. Таким чином, обсяги вирощування соєвих бобів в Україні зростають всупереч активним воєнним діям [12, 13].

Щоб отримати високі врожаї зерна сої необхідно забезпечити мінеральне живлення з розрахунку, що на 1 ц насіння потрібно 7,2–10,0 кг азоту (N), 1,8–4,0 кг фосфору ( $P_2O_5$ ) і 2,2–4,4 кг калію ( $K_2O$ ). Однак азот – це один із найбільш обмежуючих факторів росту та виробництва сільськогосподарських культур. Азот може бути використаний, коли він відновлюється до аміаку шляхом

азотфіксації. Його можна зменшити шляхом хімічної фіксації шляхом промислового виробництва та/або біологічної фіксації за участю мікроорганізмів. Навіть за наявності такого процесу, який називається біологічною фіксацією азоту, азот є однією з зазвичай дефіцитних поживних речовин для рослин у ґрунті. Незважаючи на його велику кількість в атмосфері у вигляді газу, він не може використовуватися безпосередньо рослинами. Більшість рослин використовують азот в його іонних формах амонію ( $NH_4^+$ ) і нітрату ( $NO_3^-$ ) з ґрунту [14].

Таким чином, біологічна фіксація азоту має працювати з максимальною ефективністю [15, 16]. У цьому контексті використання нових технологій, спрямованих на підвищення врожайності та якості насіння, стає необхідним для конкурентоспроможного сільського господарства та низьких викидів вуглецю [17]. Таким чином, у сільськогосподарських системах слід використовувати методи, які мінімізують та/або оптимізують використання ресурсів [18].

Важливою характеристикою рослини сої, як і інших бобових, є її здатність фіксувати азот завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями в ґрунті [19], завдяки чому вона може рости на бідних ґрунтах і менше залежить від добрив, ніж інші культури. При цьому, бульбочкові бактерії сприяють утворенню азоту в ґрунті через біологічну азотфіксацію, а деякі з яких можуть принести користь наступним культурам [20]. Було підраховано, що до 50 % загального азоту в рослині може надходити за допомогою механізму фіксації азоту [8].

Зростання вартості добрив та їх вплив на навколишнє середовище призвели до пошуку інших можливих джерел поживних речовин для рослин. У зв'язку з цим велику увагу привернула фіксація азоту, яка є процесом, за допомогою якого елементарний атмосферний азот перетворюється на органічні форми шляхом біологічної фіксації азоту як симбіотичними, так і асимбіотичними мікроорганізмами в ґрунті. Симбіотична азотфіксація максимально ефективно використовується у бобових культурах. Немає

сумніву, що існує специфічність між штамом ризобій і бобовими, і сумісність між ними є важливою для успішного утворення бульбочок. Це зумовлює необхідність використання специфічних культур для різних бобових. При вирощуванні нового виду бобових у ґрунт необхідно внести відповідну ризобіальну культуру [21].

У ґрунтах зазвичай відсутні штами *Bradyrhizobium japonicum*, якщо тільки соя не вирощується на них принаймні п'ять або більше років. У дослідженні [22] повідомляється, що кількість *Bradyrhizobium japonicum* корелює з тим, чи вирощували на цьому місці соєві боби протягом попередніх 13 років.

Отже, при вирощуванні сої особливо важливою процедурою є інокуляція посівного матеріалу бактеріями, що фіксують вільний азот з повітря [23–25]. Ця обробка особливо рекомендована, коли природні штами симбіотичних бактерій відсутні в ґрунті або їх занадто мало [26–28].

Тому важливо інокулювати насіння відповідними штамми бактерій перед посівом, особливо якщо культуру планується вирощувати на землі вперше. Інокуляційні реакції пов'язані в першу чергу з першою посадкою бобових культур у ґрунт без попередньої історії культури. У будь-якому випадку, щоб отримати максимальну користь від інокуляції, необхідно дотримуватися правильних і обережних процедур інокуляції, а інокулянт повинен містити живі та ефективні бактеріальні клітини [26].

Гарним рішенням у цьому випадку може бути придбання посівного матеріалу, промислово інокульованого симбіотичними бактеріями [29], або придбання комерційного інокулянту та нанесення його на насіння [30, 31].

Згідно з [32], збільшення кількості інокулянту вище комерційно рекомендованої дози не становило загрози і навіть викликало лінійне збільшення утворення бульбочок і врожайності. Coskan і Dogan [33] показали, що форма і розмір бульбочок характерні для окремих бобових. Вузлики на коренях сої зазвичай круглі, і найбільш ефективними є великі червонуваті всередині (рис. 1.2).



**Рис. 1.2. Поперечний зріз бактеріальних бульбочок на корені сої: а – активний, б – неактивний [28]**

Численні дослідження [4, 34, 35] продемонстрували, що поява бактерій *Rhizobium* у ґрунті є звичайним явищем у деяких регіонах. У такому випадку інокуляція комерційними препаратами може бути менш ефективною, оскільки місцеві штами *Rhizobium* є конкурентоспроможними у встановленні симбіозу [36, 37]. Togges A. R. та ін. [38] також підкреслив необхідність періодичної оцінки комерційних бактеріальних культур, щоб гарантувати ефективний симбіоз після інокуляції насіння. Zhang Y. M. та ін. [39] у цьому аспекті вказали на високе біорізноманіття та часто унікальне поширення угруповань *Rhizobium* в окремих регіонах.

Giongo A. та ін. [40] продемонстрували високий рівень генетичного різноманіття бактерій *Bradyrhizobium*, які утворюють бульбочки на сої на полях. Дослідження [41] показали, що місцеві штами азотфіксуючих бактерій часто краще адаптовані до місцевих умов екологічного стресу, що свідчить про великий потенціал для їх комерціалізації.

При належному утворенні бульбочок потреба рослин сої в азоті задовольняється на 40–57 % [42] і навіть до 60–70 % [43, 44] за рахунок біологічної фіксації  $N_2$ . У розглянутому випадку необхідність підживлення сої мінеральними азотними добривами є неоднозначною, особливо при правильному формуванні бульбочок [43]. Деякі дослідження показали, що

рослини сої сприятливо реагували на невеликі дози мінерального азоту, наприклад у гірших екологічних умовах [45–47]. У свою чергу, у дослідженнях [48, 49] повідомляється, що мінеральне азотне підживлення сої було зайвим у разі належного симбіозу. Це також стосувалося нових високоврожайних сортів.

Ефект від використання комерційних біопрепаратів залежить від багатьох факторів [4, 50, 51]. Авторами [52] досліджено *Bradyrhizobium japonicum* і *Bradyrhizobium elkanii* з висновком, що перші були більш ефективними за нижчих температур. Цікаві результати представлено в [53], які показали, що покращення клубеньковості сої призвело до низького, незначного збільшення врожаю, а вміст азоту в насінні не змінився. Авторами [48, 54] представлено важливі дослідження щодо виживання штамів *Rhizobium* у ґрунті в наступні роки після вирощування сої.

Таким чином, симбіотична фіксація азоту максимально ефективно використовується у випадку вирощування сої. Тому важливо інокулювати насіння відповідними штамми бактерій перед посівом, особливо якщо культуру планується вирощувати на землі вперше.

## **1.2 Вплив інокуляції на вегетаційні процеси, продуктивність і врожайність сої**

Урожайність сої можна підвищити за допомогою інокуляції *bradyrhizobia*, яка покращує фіксацію азоту та засвоєння поживних речовин. Інокуляція сої брадиризовіями має достатній потенціал для підвищення врожайності сої за рахунок збільшення росту, підвищення родючості ґрунту та ефективності використання поживних речовин [55, 56]. Інокуляція сої інокулянтами *bradyrhizobia* значно знижує собівартість виробництва сої та покращує економічний статус фермерів, які займаються вирощуванням сої; оскільки інокулянти дешевші, ніж неорганічні азотні добрива [57]. Природні ролі цих корисних бактерій, можливо, були маргіналізовані в інтенсивному сільському

господарстві, оскільки мікробні спільноти в звичайних системах землеробства були змінені через обробку ґрунту [58, 59] та високі витрати неорганічних добрив, гербіциди та пестициди [60, 61].

Беручи до уваги обмеження біологічної фіксації азоту у посівах сої та переваги, які спостерігаються в кількох культурах із інокуляцією *Bacillus subtilis* (діазотроф, що вільно живе в ґрунті), особливо в біологічному контролі рослин, виробництві природних антибіотиків та захисному ефекті проти вторинних ґрунтових фітопатогенів [62–65], крім росту та розвитку кореневої системи, вважається, що більше поглинання води та поживних речовин що співінокуляція з *Bradyrhizobium* і *B. subtilis* може сприяти розвитку культури і, отже, виробництву та якості її насіння [66–68].

У дослідженні [69] було вивчено вплив інокуляції та внесення азотних добрив на врожайність, вміст протеїну та відносну прибутковість сої. Азот вносили як мінеральне добриво в різних дозах (0, 35, 70 або 140 мг/кг) у день сівби та/або на етапі R1. Найвищі врожаї та вміст білка були отримані під час інокуляції, що свідчить про те, що інокуляція є найбільш прийнятною практикою для підвищення врожайності та рівня білка сої. Інокуляція також збільшила вагу 1000 насінин і покращила кілька біофізичних параметрів, розрахованих на основі вимірювань флуоресценції хлорофілу. Крім того, інокуляція та внесення азоту підвищили вміст хлорофілу в листі сої, а також вміст і поглинання азоту надземною біомасою. Застосування N пригнічувало утворення бульбочок інокульованої сої. Толерантність до вилягання та вміст олії були нижчими після інокуляції або застосування N. Відносна рентабельність інокульованої сої була вищою, ніж для неінокульованої сої. Застосування азотних добрив для сої суттєво не збільшило відносну рентабельність.

Результати досліджень [70] свідчать про ефективність інокуляції більше, ніж одним мікроорганізмом, який сприяє різним мікробним процесам, що оптимізує ріст рослини. Так, спільна інокуляція сої *A. brasilense* (штами Ab-V5 і Ab-V6) і *Bradyrhizobium* spp. порівняно з одноразовою інокуляцією

*Bradyrhizobium* spp., збільшила масу коренів на 11 %, кількість бульбочок на 5,4 %, масу бульбочок на 10,6 %, концентрацію азоту в пагонах на 2,8 %, урожайність зерна та концентрацію азоту в зерні на 3,2 і 3,6% відповідно. Урожайність сої за спільної інокуляції на піщаних ґрунтах, без обробки ґрунту, тропічному кліматі становила 3,5 т/га. Також спільна інокуляція може бути важливою для пом'якшення впливу водного стресу на рослини.

Згідно з дослідженням [71] спільна інокуляція штамми QST713 (2 мл/кг) і *Bacillus subtilis* Pant001 (2 мл/кг) сорту сої Brasmax Desafio RR призвела до збільшення врожайності на 25 і 18 % порівняно з контрольною обробкою (інокуляція тільки QST713, 2 мл/кг) відповідно. Так само сорт M7110 IPRO отримав приріст урожайності зерна на 17,5 і 15 % при інокуляції штаму *Bacillus subtilis* Pant001 у дозах 3 і 5 мл/кг відповідно порівняно з контролем.

Розглянемо результати проведеного польового експерименту з оцінки впливу інокуляції *Bradyrhizobium japonicum* на ріст і врожайність сої [1]. Сорти сої, інокуювані Nitrazon (стерильний торф дрібного помелу з заселеними *Rhizobium*), мали значно більшу кількість бульбочок і суху масу бульбочок порівняно з неінокуюваним контролем. Бактеріальний препарат збільшив вилягання рослин і подовжив їх вегетаційний період. Nitrazon позитивно вплинув на кількість стручків на рослині та масу 1000 насінин. Отримана прибавка врожайності насіння становила 0,54 т/га порівняно з контролем. Вимірювання аналізу розвитку ґрунтових рослин та індексу площі листя показало, що рослини після внесення Nitrazon були краще підживлені та мали більшу зелену масу. Nitrazon підвищував вміст загального білка в насінні. Випробувані параметри значно відрізнялися між сортами та в роки дослідження.

У дослідженні [28] було оцінено реакцію сої на інокуляцію посівного матеріалу препаратом HiStick® Soy, що містить *Bradyrhizobium japonicum*. На основі отриманих результатів встановлено, що інокуляція значно збільшила кількість і суху масу бульбочок на коренеплодах сої порівняно з контролем. Бактеріальний препарат значно збільшив кількість стручків на рослині. У

результаті отримано достовірну прибавку врожайності насіння (0,58 т/га) порівняно з контролем. HiStick® Soy збільшив загальний вміст білка в насінні. Вихід білка та жиру був вищим після інокуляції насіння на 318 ц/га та 101 ц/га відповідно, порівняно з контролем.

Польові дослідження з вивчення впливу інокулянту Ризогуміну за передпосівної обробки насіння сої на індивідуальну продуктивність рослин у порівнянні з біостимулятором Біоглобін. Визначено, що індивідуальне застосування цих препаратів призводить до зростання на рослині кількісних і вагових показників зерна. При їх сумісному використанні ефекту впливу не виявлено, оскільки параметри структури врожайності були майже на рівні контрольного варіанту (без обробки дослідними препаратами). Найбільше збільшення показників індивідуальної продуктивності сої проявилось за обробки інокулянтом Ризогумін відносно контролю (обробки Біоглобіном): кількість на рослині бобів і насінин – на 16,1 % (4,6 %) і 15,7 % (4,5 %) відповідно, маса 1000 насінин – на 3,8 % (1,1 %), маса зерна з рослини – на 22,6 % (6,4 %).

Доцільно відзначити про ефективність вирощування сої за органічною технологією з використанням інокулянтів. Так, у дослідженні [72] з використанням сортів сої Київська 98 і Хорол в умовах Лісостепу з використанням Legume Fix. У результаті інокуляції збільшилась висота прикріплення нижніх бобів на 4,0 % в обох дослідних сортах відносно контролю (без інокуляції). Також відмічене зростання кількості бобів на одній рослині за проведення інокуляції на 2,7 і 5,1 % для сортів Хорол і Київська 98 відповідно. Одержано на фоні інокуляції більшу кількість насінин у бобі на 108,7 і 104,5 % для сортів Хорол і Київська 98 відповідно. Зафіксовано зростання кількості насінин з однієї рослини завдяки інокулянту на 16,6 і 12,6 % для сортів Хорол і Київська 98 відповідно. За передпосівної інокуляції також отримано збільшену масу насіння з однієї рослини на 22,1 і 15,9 % відносно контролю для сортів Хорол Київська 98 відповідно. Визначено збільшення на фоні інокуляції маси 1000 насінин для сортів Хорол і Київська

98 на 4,7 і 4,5 %. В результаті найвища середня врожайність сорту Хорол на фоні інокуляції становила 3,39 т/га, що на 16,1 % більше за контроль. Дещо нижчу середню врожайність показав сорт Київська 98 за використання інокулянту – 2,90 т/га, що на 12,4 % більше за контроль.

У дослідженні [73] визначався вплив бактеризація насіння сої різних сортів (Легенда, Устя, Київська 98) активними штамами мікроорганізмів – *Bradyrhizobium japonicum* 634b (азотфіксувальний), *Bacillus subtilis* (фосформобілізівний), фосфонітрагін (їх суміш), та позакореневе підживлення рослин у фазі початку бутонізації препаратом Азотофіт-р (50 мл/га), що містить природні азотфіксуючі бактерії *Azotobacter chroococcum* й їх активні метаболіти. Використовувалась органічна система землеробства.

В результаті за всіх варіантів обробки незалежно від дослідних сортів відбулось збільшення польової схожості на 3,0–13,4 %. При цьому, максимальний показник польової схожості (88,7–90,7 %) дослідних сортів сої забезпечив варіант обробки насіння фосфонітрагіном. Найвища врожайність дослідних сортів (Київська 98 – 31,7 ц/га, Устя – 28,9 ц/га, Легенда – 27,6 ц/га) забезпечена інокуляцією насіння перед сівбою фосфонітрагіном і позакореневим підживленням препаратом Азотофіт-р.

Було проведено польовий експеримент для оцінки впливу інокуляції *bradyrhizobia* й органічного землеробства на параметри росту та якість урожаю сортів сої SC squire, SB19 та Gazelle. Експериментальні обробки включали природну *bradyrhizobia*, комерційну *Bradyrhizobium japonicum*, суміш природної + комерційної *bradyrhizobia* та неінокульований контроль [74].

Результати продемонстрували значне покращення сухої маси бульбочок сої (NDW), сухої маси пагонів (SDW) і сухої маси насіння (SEDW) після інокуляції *bradyrhizobia*. Примітно, що органічне землеробство значно випередило звичайні системи утворення бульбочок, SDW та SEDW. Крім того, вміст поживних речовин у насінні відрізнявся залежно від системи землеробства; де азот, фосфор, калій і органічний вуглець були вищими в органічному землеробстві. Сорти сої суттєво відрізнялися за SDW, NDW та

SEDW; де сорт SC squire показав кращі показники, ніж сорти SB19 і Gazelle. Результати демонструють важливість органічного землеробства й інокуляції *bradyrhizobia* для підвищення родючості ґрунту, виробництва врожаю та якості, що є ключовим кроком до сталого виробництва продуктів харчування.

Отже, правильно проведена інокуляція сприяє біологічній азотфіксації сої, що здатне повністю покрити її потреби в азотних добривах. Зазвичай інокулянти допомагають підвищити врожайність зерна та вміст білка на 40–60 %. Вартість обробки в Центральній Європі становить близько 20–30 євро/га. Витрати на гектар залежать від продукту, норми внесення, країни та постачальника, але окупність цих інвестицій дуже висока [75].

Таким чином, ефективність використання різних інокулянтів або декількох одночасно у технології вирощування сої підтверджується збільшенням їх польової схожості та виживання рослин, поліпшенням процесу вегетації, зростанням індивідуальної продуктивності, урожайності й якості, що в кінцевому варіанті збільшує рентабельність вирощування культури.

## РОЗДІЛ 2

### УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1 Місце проведення досліджень

Полеві дослідження закладено та проведено впродовж 2022–2024 рр. у ґрунтово-кліматичних умовах, що поблизу села Сотницьке Миргородського району Полтавської області. Місцезнаходження дослідної ділянки – на правому березі річки Лихобабівка, за 1,5 км від села Сотницьке.

Місцерозташування села Сотницьке за географічними координатами: 49.58'58" пн. ш., 33.22'16" сх. д.

#### 2.2 Ґрунтові умови господарства

Дослідна ділянка розміщена на чорноземах залишково-солонцюватих на лесових породах, що мають легкосуглинистий механічний склад. Ґрунти мають близьке залягання до поверхні ґрунтових вод, оглеєння підгумусового горизонту, а з глибини 120–150 см – верхньої частини ґрунтоутворюючої породи. Ґрунти мають агроекологічний потенціал на рівні умовно-сприятливий, якість – середньородюча (45–65 балів).

Чорноземи залишково-солонцюваті містять високий запас гумусу, який в орному шарі (0–20 см) дорівнює 157,10 т/га, на глибині 0–50 см – 389,72 т/га, на метровій глибині – 631,04 т/га. Отже, запаси гумусу в орному шарі цих ґрунтів є низькими, на глибині 0–100 см – дуже високі, тоді як основні запаси гумусу – в гумусовому горизонті (0–50 см). Залишково-солонцюваті ґрунти, у порівнянні з іншими ґрунтами, також характеризуються найбільш сприятливими умовами гумусоутворення, що пов'язано з великою кількістю органічних опадів, головним чином корінням трав'янистої рослинності; значним терміном періоду біологічної активності; високим вмістом нітрогену;

насиченістю ґрунту кальцієм і магнієм; наближеною до нейтральної реакцією середовища.

Ґрунти фермерського господарства дають можливість вирощувати всі сільськогосподарські культури – зернові, кормові, олійні, технічні, овочеві.

Застосування науково-обґрунтованої технології вирощування сої дозволяє контролювати забур'яненість посівів на стабільно невисокому рівні. З бур'янів найбільш характерними є пирій повзучий, лобода біла, мишій сизий, берізка польова тощо.

### **2.3 Погодні умови місця проведення дослідження**

В Україні географія вирощування сої розповсюджена фактично у всіх регіонах. Зокрема, на каштанових ґрунтах і чорноземах Півдня також збирають високі врожаї сої за умов зрошення. Провідні спеціалісти в аграрному секторі відзначають, що соя є продуктивною там, де вирощують кукурудзу на зерно, тому що ці культури практично однакові за вимогами до ґрунтово-кліматичних умов.

Погодні умови значно впливають на продуктивність усіх сільськогосподарських культур і соя не є виключенням. За період проведення досліджень погодні умови відрізнялися за рівнем опадів і надходженням тепла, розподілом їх протягом місяців вегетаційного періоду культури.

Тривалість вегетаційного періоду рослин сої залежить від взаємодії біологічних особливостей розвитку рослин зі зовнішніми метеорологічними факторами (температурних умов, наявності достатньої кількості вологи, освітленості посівів тощо). Так, за нестачі тепла за підвищеної вологості відбувається подовження періоду вегетації, тоді як достатньо тепла та суха погода призводять до його значного скорочення. За умови підвищеної температури повітря відбувається зменшення періоду між фазами від – посіву до початку сходів, сходів до цвітіння [76].

Температура ґрунту та повітря, достатність вологи забезпечують польову схожість насіння, одночасність сходів сої, ріст і розвиток рослин, утворення насіння й їх посівні якості. При цьому, на тривалість окремих вегетаційних фаз цієї культури впливають також агротехнічні заходи та сортові особливості [77].

Потреби сої у теплі зростають поступово між фенологічними фазами проростання насіння до сходження та цвітіння, але найбільше – зав'язування і формування насіння. В той же час, у фазі досягання потреба у теплі зменшується. Соя володіє достатньо високою посухостійкістю на перших фазах вегетаційного періоду – від сходження і до початку цвітіння. Найбільше потреба культури у вологі виникає у фазах цвітіння – налив насіння [78].

Отже, тривалість вегетації сої знаходиться під впливом генетичних особливостей сортів, природно-кліматичних умов регіону вирощування та технології [79]. Так, погодні умови років досліджень і умови вирощування впливали на тривалість міжфазних періодів і загальну довжину періоду вегетації рослин в цілому. У зв'язку з цим актуальним є вивчення та аналіз закономірностей настання фенологічних фаз протягом періоду вегетації сої залежно від відмінних кліматичних умов вирощування. Згідно з проведеними дослідженнями визначено залежність тривалості в цілому періоду вегетації й окремих фаз зростання і розвитку сої від природно-кліматичних умов року.

У табл. 2.1 і 2.2 наведені погодні умови за роки досліджень, що свідчить про їх нестабільність і вплив на врожайність сої.

*Таблиця 2.1*

**Середньомісячна температура повітря за період вегетації сої впродовж 2022–2024 рр., °С [авторські дослідження]**

Місяць	Роки досліджень			Середнє багаторічне
	2022	2023	2024	
Травень	14,5	15,5	14,3	15,9
Червень	21,0	19,5	20,8	19,5
Липень	20,5	22,0	26,3	21,0
Серпень	23,5	23,0	24,2	19,8
Середнє за вегетацію	19,9	20,0	21,4	19,1

**Середньомісячна кількість опадів з за період вегетації сої впродовж  
2022–2024 рр., мм [авторські дослідження]**

Місяць	Роки досліджень			Середнє багаторічне
	2022	2023	2024	
Травень	36	28	70	50
Червень	27	37	82	57
Липень	30	67	55	72
Серпень	27	47	14	58
Середнє за вегетацію	30	45	55	59

Травень 2022 р. був не дуже теплим, за середньодобової температури повітря 14,5 °С (норма – 15,9 °С), за незначної кількості опадів у розмірі 36 мм (норма – 50 мм). Червень цього року був дещо теплішим від норми в 19,5 °С і становив 21 °С, а фактична кількість опадів – 27 мм за норми в 57 мм. Середньодобова температура повітря в липні – 23,5 °С, що перевищує багаторічні значення на 2,5 °С, а кількість опадів – 30 мм, що відповідало 41,7 % від норми. У серпні середньодобова температура повітря перевищувала норму на 3,7 °С і становила 23,5 °С, а кількість опадів – 27 мм (46,6 % від норми).

Таким чином, у 2022 р. середній показник температури повітря впродовж періоду вегетації становив 19,9 °С (норма – 19,1 °С) й опадів – 30 мм (норма – 59 мм), що свідчить про позитивні показники очікуваної урожайності завдяки достатньо сприятливим погодним умовам для сої. Посуха з'явилася лише в другій половині серпня 2022 р., коли середньо- й ранньостиглі сорти сої вже відцвіли та сформували боби. Тож відсутність опадів більшою мірою вплинула на пізні сорти сої.

Травень 2023 р. був теплішим за попередній рік на 1 °С, однак на 2,5 % нижче середньодобової температури повітря і з меншою на 22,2 % кількістю опадів, що відповідало 56 % середньо багаторічної норми. Червень місяць був прохолодніший на 7,1 % за минулий рік і на рівні середньо багаторічної

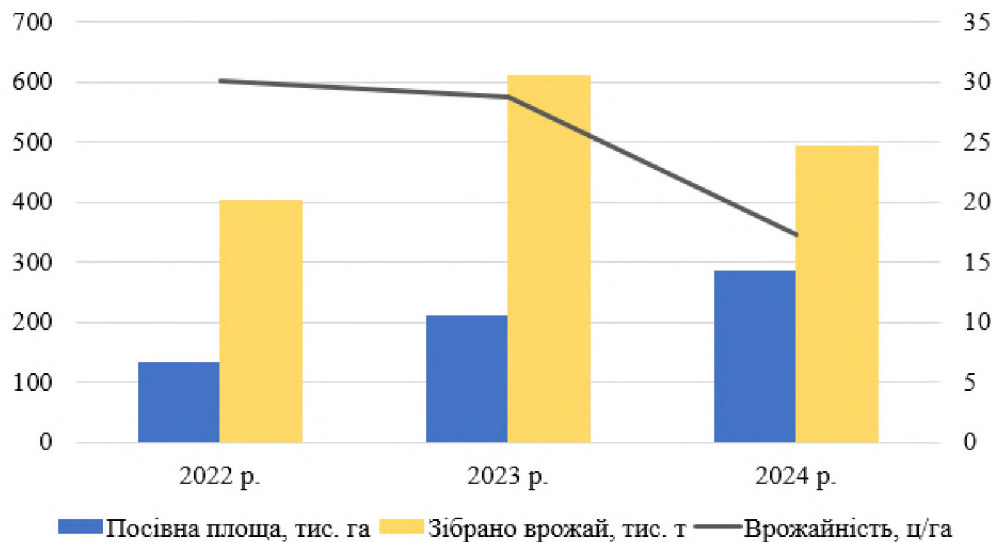
температури (19,5 °C), тоді як опадів випало більше 37 % відносно минулорічного показника на рівні 65 % від середньо багаторічного значення. Середньодобова температура повітря в липні виявилась вищою на 7,3 і 4,8 % відносно минулого року та багаторічних значень відповідно, при цьому опадів випало у 2,2 рази більше відносно минулорічного показника та на рівні 93,1 % за норми. Середньодобова температура повітря у серпні показала нижчу на 2,3 % за минулорічний показник, однак вище за норму на 16,2 %, тоді як опадів випало на 74,1 % більше за минулорічний показник і на рівні 81 % за норми.

Отже, у 2023 р. рівень середніх показників температури повітря за вегетацію становив 20 °C (на 4,7 % вище норми) і опадів – 45 мм (76,3 % норми), що свідчить про дуже сприятливі умови для більшої врожайності сої, ніж у 2022 р.

Травень 2024 р. характеризувався найнижчою середньомісячною температурою за дослідні роки та бу менше на 10 % від середньо багаторічної. При цьому, кількість опадів перевищувала 2022-2023 рр. у 1,9–2,5 рази і середній багаторічний показник на 40 %. Середньомісячна температура у червні була між показником 2023 р. і 2022 р. і перевищувала середньо багаторічну на 1,3 °C. В той же час, кількість опадів була найбільшою за весь вегетаційний період – 82 мм, що на 43,9 % більше за середнє багаторічне. З липня спостерігалось значне перевищення середньомісячних температур (на 5,3 °C відносно середнє багаторічної) на фоні зменшення опадів – 76,4 % від середнє багаторічної. У серпні тривала спекотна погода за середньомісячної температури повітря 24,2 °C за норми 19,8 °C на тлі мінімальної кількості опадів за дослідний вегетаційний період – 14 мм, що становило 24,1 % від середнє багаторічної.

Таким чином, у 2024 р. рівень середніх показників температури повітря за період вегетації становив 21,4 °C (на 12,0 % вище за норму) й опадів – 55 мм (93,2 % від норми), що вказує про екстремальні умови, коли опади розподілялись не рівномірно й у спекотні місяці їх було недостатньо. Тож 2024 р. виявився менш сприятливим, ніж навіть 2022 р.

У 2024 р. рослині не вистачило вологи, щоб відростити нормальну кореневу систему та розгілкуватись, для достатнього росту листків і гілочок. Відповідноросло недостатньо стручків – їх кількість у 2–3 рази менше на одній рослині, ніж має бути. Враховуючи сприятливий 2023 р. фермери Полтавської області збільшили площі під посівами сої на третину – майже до 300 тис. га, з яких приблизно 80 тис. га – в Полтавському районі. Якщо в 2023 р. середня врожайність по області склала 28,8 ц/га (місцями збирали 30–35 ц/га), то в 2024 р. через посуху – 17,3 ц/га (можливий максимум – до 25 ц/га). Таким чином, впродовж 2022–2024 рр. посівні площі під соєю зростали, але через зменшення середньої врожайності, валовий врожай не був стабільно високим [80, 81].



**Рис. 2.1. Динаміка посівних площ, зібраного врожаю та врожайності сої в Полтавській області, 2022–2024 рр. [побудовано за 81]**

Оптимальний ріст та інтенсивне проходження рослинами сої вегетативних і репродуктивних стадій розвитку потребує оптимальної температури повітря та достатньої кількості атмосферних опадів. Оскільки через значне підвищення або пониження температурного режиму та недостатньої чи надмірної кількості атмосферних опадів відбувається прискорення чи затримка проходження міжфазних періодів рослин сої, що негативно впливає на тривалість її вегетативного росту.

Підсумовуючи аналіз погодних умов за період проведення досліджень видно, що кращі умови розвитку рослин сої спостерігались впродовж 2022–2023 рр., а найгірші – у 2024 р., що по-різному вплинуло на ефективність застосування інокулянтів у технології вирощування.

## 2.4 Методика проведення досліджень

Полеві досліді закладено і проведено згідно з методами, що загальноприйняті в землеробстві та рослинництві [82], за трикратної повторності дослідів. Загальна площа дослідної ділянки становить 0,3 га, облікової – 0,1 га. Агротехніка вирощування культури відповідає зоні вирощування. Попередник сої у сівозміні – ярий ячмінь. Сівбу проведено в оптимальні строки у III декаді травня на ширину міжрядь 19 см за норми висіву – 550 тис. шт./га на глибину 5 см.

Об'єктом дослідження обрано два середньостиглі сорти сої – Королева (оригінація – Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААНУ) й ГМАХ (GMAX) 8004 (оригінація – АПСОВСЕМЕНТИ С.П.А., Італія). Ці сорти характеризуються високою стійкістю до вилягання, осипання, посухи й окремих видів хвороб: аскохітозу, бактеріозу, пероноспорозу, септоріозу та фузаріозу.

Технологія вирощування:

1) обробіток ґрунту: дискування (до 10 см); оранка; передпосівна культивування;

2) система захисту: протруйник Максим XL + молібден; інокулянт Оптимайз 200 або Ризобофіт; гербіциди – Базагран (2,2 л/га), Хармоні (8 г/га), Ачіба (1,5 л/га); фунгіцид Аканто Плюс (0,75 л/га); інсектицид Коннект (0,5 л/га);

3) система удобрення: внесення нітроаммофоски 16:16:16 (200 г/га) під культивування та сірки (6 кг/га) при сівбі; Wuxal Мікроплант (1,5 л/га) двічі при

обробках пестицидами у фазах ВВСН 11–13 (1–3 міжвузля) і ВВСН 51–65 (бутонізація – цвітіння).

Таблиця 2.3

**Сортові характеристики дослідних сортів сої  
[побудовано за 83, 84]**

Рік реєстрації	Рекомендована зона вирощування	Тривалість вегетації, дн.	Висота рослин, см	Маса 1000 зерен, г	Вміст білка, %	Вміст олії, %	Врожайність, т/га
<b>Королева</b>							
2023	Степ, Лісостеп, Полісся	117–133	64,3– 95,1	135,6– 167,2	46,4– 40,4	21,4– 23,7	Степ – 1,86 Лісостеп – 3,11 Полісся – 2,88
<b>ГМАХ 8004</b>							
2023	Степ, Лісостеп, Полісся	105–130	64,7– 102,0	130,2– 161,1	34,3– 38,9	20,5– 23,8	Степ – 1,77 Лісостеп – 3,06 Полісся – 2,92

Програмою дослідів передбачалось вивчити вплив інокулянтів Оптимайз 200 та Ризобофіт на сучасні сорти сої вітчизняної (Королева) й іноземної селекції (ГМАХ 8004), їх польову схожість і виживання рослин, індивідуальну продуктивність, врожайність і якість бобів. Поставлені завдання було вирішено за допомогою проведення польових і лабораторних дослідів.

Оптимайз 200 (розчинний концентрат) – багатофункціональний інокулянт / біостимулятор з вмістом *Bradyrhizobium japonicum*  $2,0 \cdot 10^9$  і Ліпохітоолігосахарид  $1 \cdot 10^{-7}\%$ . Виробник – Bayer (Німеччина).

Ризобофіт (рідка форма) – бактеріальна суспензію *Bradyrhizobium japonicum* М8 з вмістом  $3\text{--}5 \cdot 10^9$  життєздатних клітин ризобій на 1 мл препарату. Виробник – Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН.

Схема досліду передбачала обробку насіння за 3 години до сівби кожного сорту сої: 1) водою (контроль); 2) Оптимайз 200 (2,8 л/т); 3) Ризобофіт (1 л/т).

Польові досліди закладено та виконано згідно з методикою проведення польових досліджень:

- облік активних бульбочок та їх маси, що свідчить про ефективність функціонування симбіотичної системи сої – *V. japonicum*, виконано за методикою [85];

- структурні елементи продуктивності – за допомогою пробних снопів, біологічну врожайність – за допомогою методу суцільного обмолоту кожної ділянки прямим комбайнуванням;

- економічна ефективність технології вирощування сої дослідних сортів розрахована з урахування вказівок «Технологічна оцінка зернових, круп'яних і зернобобових культур» [86] і технологічними картами вирощування.

## РОЗДІЛ 3

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 3.1 Ефективність функціонування симбіотичної системи сої

Наукові дослідження стверджують, використання хімічного методу боротьби з бур'янами за рахунок використання гербіцидів, призводить до пригнічення розвитку бульбочок на коренях сої [87], що призводить до зниження здатності бульбочкових бактерій до засвоєння атмосферного азоту.

До показника ефективної взаємодії між рослинами та ризобіями належить кількість і маса активних бульбочок, що утворені на коренях бобових [88], що характеризує спроможність бобово-ризобіальних систем до посиленої фіксації атмосферного азоту.

За результатами попередніх досліджень виявлено, що використання Оптимайз 200 мало позитивний вплив на чисельність мікрофлори у ґрунті навколо прикореневої зони рослин [89]. За інокуляції насіння цим інокулянтном забезпечується зростання на рослині маси бульбочок на 0,21 г, що в перерахунку на 1 га складає 363 кг за активного симбіотичного потенціалу в 17,4 тис. кг діб/га. При цьому також відбулось збільшення майже вдвічі у порівнянні з контролем маси біологічно фіксованого азоту з повітря, що дорівнює еквіваленту аміачної селітри в нормі 220 кг/га [90].

За обробки насіння Ризобофітом у фазі стеблуння рослин сої кількість бульбочок була на 74,7 % більше, ніж у контрольному варіанті, у фазі цвітіння – на 56,9 %, а у фазі наливу бобів – на 31,7 %. Відповідна позитивна динаміка характерна й для маси бульбочок за фазами стеблуння, цвітіння та наливу бобів – збільшення у 2,3, 1,8 і 1,6 рази відповідно відносно контролю [91].

Проведені протягом 2022–2024 рр. дослідження підтвердили вплив на кількість активних бульбочок та їх масу інокулянтів Оптимайз 200 і Ризобофіт і погодних умов (табл. 3.1).

**Вплив інокуляції на симбіотичні показники рослин сої дослідних сортів,  
2022–2024 рр. [авторські дослідження]**

Варіант інокуляції	2022 р.		2023 р.		2024 р.	
	кількість бульбочок, од./рослину	маса бульбочок, г/рослину	кількість бульбочок, од./рослину	маса бульбочок, г/рослину	кількість бульбочок, од./рослину	маса бульбочок, г/рослину
<b>Королева</b>						
Контроль	13	0,24	12	0,23	12	0,22
Оптимайз 200	22	0,41	21	0,37	20	0,35
Ризобофіт	23	0,61	22	0,41	21	0,38
<b>ГМАХ 8004</b>						
Контроль	12	0,22	11	0,20	11	0,19
Оптимайз 200	21	0,39	20	0,36	19	0,32
Ризобофіт	22	0,58	21	0,38	20	0,36

Так, найбільшу кількість бульбочок на коренях рослин сої за одночасного зростання їх маси було сформовано в 2022 р. (табл. 3.1), що узгоджується з даними сприятливих погодних умов. Отже, у фазі бутонізації кількість бульбочок на кореневій системі рослин сої складала 12–13 шт./рослину на контролі залежно від сорту, а їх маса – 0,22–0,24 г. За використання інокулянтів Оптимайз 200 кількість бульбочок становила – 21–22 шт./рослину, маса – 0,39–0,41 г, а за Ризофіт – 22–23 шт./рослину та 0,58–0,61 г відповідно.

У 2023 р. кількість бульбочок та їх маса дещо зменшилась за всіх варіантів дослідів. Так, на контролі отримано кількість бульбочок з розрахунку 11–12 шт./рослину з масою 0,20–0,23 г. За використання Оптимайз 200 та Ризобофіт ці показники становили 20–21 шт./рослину (0,36–0,37 г) і 21–22 шт./рослину (0,38–0,41 г) відповідно.

Завдяки погодним умовам, що склались у 2024 р. (прохолодний травень, теплий червень і значна кількість опадів впродовж цих місяців) кількість бульбочок на коренях рослин був у межах 11–12 шт./рослину, але дещо меншої маси, ніж попередні роки – 0,19–0,22 г. За обробки насіння Оптимайз 200 насіння дослідних сортів мало кількість бульбочок на корені в межах 19–20 шт./рослині за їх ваги в межах 0,32–0,35 г. Обробка насіння Ризобофіт дозволила отримати більшу кількість бульбочок на коренях рослин – 21–22 шт./рослині та маси 0,36–0,38 г.

Таким чином, на кількість бульбочок та їх масу мали вплив погодні умови в межах 7,7–8,3 %. Вплив обробки інокулянту Оптимайз 200 на кількість бульбочок на корені рослин сої відносно контролю становив 66,7–75,0 % для сорту Королева та 72,7–81,8 % для сорту ГМАХ 8004, тоді як вплив Ризобофіту становив відповідно за сортами – 75,0–83,3 % і 81,8–90,9 %. За обробки інокулянтами відбулись позитивні зміни у масі бульбочок на 1 рослині, які більше контролю на 59,1–70,8 % для сорту Королева та на 68,4–80,0 % для сорту ГМАХ 8004 при використанні Оптимайз 200. Тоді як обробка Ризобофітом насіння сприяла збільшенню маси коренів на 72,7–154,2 % для сорту Королева та на 89,5–163,6 % для сорту ГМАХ 8004. У загальному підсумку симбіотичні показники сорту Королева виявилися кращі, ніж сорту ГМАХ 8004.

### **3.2 Індивідуальна продуктивність сої за використання інокулянтів**

Реалізація потенціалу продуктивності сої залежить від одного з об'єктивних факторів – рівня індивідуальної продуктивності рослини. Завдяки цьому є можливість розрахунку біологічної врожайності посівів, як важливого елемента програмування врожаю сільськогосподарських культур [92]. В той же час, лише 20 % насінневої продуктивності сої обумовлено генотипом сорту.

Значно більшого значення набувають фактори впливу зовнішнього середовища (природно-кліматичні) та технологія вирощування культури [93].

Відомо, що існує тісний зв'язок між елементами структури врожаю. Однак, зростання одного показника не завжди приводить до надбавки врожаю. Тільки за оптимального співвідношення компонентів структури врожаю на тлі доцільного співвідношення агротехнічних і кліматичних умов забезпечується висока продуктивність рослин сої [94]. Зазначені чинники у своїй сукупності здійснюють вплив на структуру врожаю, а саме – висоту прикріплення нижніх бобів, кількість бобів на одній рослині, кількість насіння у бобі, кількість насіння з рослини, масу насіння з однієї рослини, масу 1000 насінин [95].

Висота прикріплення бобів на рослинах сої має дуже велике значення для збору культури та, зазвичай, обумовлена генетикою сорту. Оптимальна висота вважається на рівні 12–15 см. Рослини з низьким прикріпленням бобів можуть мати втрати врожаю від 3 до 20 %. Дослідженнями доведено, що безпосередньо в нижніх бобах, котрі формуються першими, утворюється насіння, яке є найбільшим та повноцінним за посівними якостями [96].

За результатами проведених досліджень (табл. 3.2) встановлено, що найменші показники продуктивності отримано в контрольному варіанті. Так, для дослідних сортів сої в середньому за 2022–2024 рр. сформована найменша кількість бобів 21,7–22,4 шт. з масою 2,1–2,2 г за висоти кріплення нижніх бобів 10,7–11,5 см і маси 1000 насінин в межах 130,1–135,4 г.

При інокуляції насіння Оптимайз 200 отримано збільшені середні показники індивідуальної продуктивності за обома дослідними сортами відносно контролю: висота кріплення нижніх бобів – на 10,4–16,8 %, кількість бобів з однієї рослини – на 35,5–41,1 %, маса зерна з 1 рослини – на 18,2–19,0 %, маса 1000 зерен – на 7,3–8,1 %.

За обробки насіння сої Ризобофітом отримано найбільші середні показники продуктивності дослідних сортів сої, які збільшились відносно контрольного варіанту на 20,0–22,4 % – висота кріплення нижніх бобів, на

44,6–45,6 % – кількість бобів з однієї рослини, на 31,8–33,3 % – маса зерна з 1 рослини, на 16,0–16,1 % – маса 1000 зерен.

Таблиця 3.2

**Індивідуальна продуктивність урожаю сої за використання інокулянтів,  
середнє за 2022–2024 рр. [авторські дослідження]**

Варіант досліджу	Висота кріплення нижніх бобів, см	Кількість бобів з однієї рослини, шт.	Маса зерна з однієї рослини, г	Маса 1000 насінин, г
<b>Королева</b>				
Контроль	10,7	22,4	2,2	135,4
Оптимайз 200	12,5	31,6	2,6	145,3
Ризобофіт	13,1	32,4	2,9	157,1
<b>ГМАХ 8004</b>				
Контроль	11,5	21,7	2,1	130,1
Оптимайз 200	12,7	29,4	2,5	140,6
Ризобофіт	13,8	31,6	2,8	151,1

Таким чином, найбільший вплив на індивідуальну продуктивність отримано за обробки насіння Ризобофітом як на насіння сорту сої Королева, так і на сорту ГМАХ 8004. За обробки обома інокулянтами досягнуто генетичний потенціал рослин, кращі показники якого належать сорту Королева (окрім незначного відставання висоти кріплення бобів, що обумовлено сортовими особливостями).

### **3.3 Формування врожайності й якості сої при інокуляції насіння**

Технологія вирощування сої включає цілісний комплекс послідовних операцій, котрі враховуючи біологічні особливості рослин за вегетаційними фазами розвитку спрямовані на отримання потенційно високого врожаю

насіння [97]. Соя є світлолюбною культурою, а отже високий врожай формує лише за доброї освітленості рослин та оптимальної площі живлення [98].

Урожайність є результатом складної взаємодії рослин згідно з їх генетичним потенціалом і сукупністю факторів навколишнього середовища. В результаті дії повного комплексу умов розвитку та росту на рослини здійснюється зміна параметрів елементів їх продуктивності. Взаємозалежність між основними групами факторів впливає на рівень урожайності сої [44].

Проведені нами дослідження свідчать про те, що величина урожайності зерна дослідних сортів сої у значній мірі залежить від природних умов років досліджень і використаного інокулянту для насіння сої. Так, за 2022–2024 р. у середньому урожайність зерна варіювала у межах від 1,12 до 2,91 т/га сорту Королева та від 1,07 до 2,75 т/га сорту ГМАХ 8004 (табл. 3.3).

*Таблиця 3.3*

**Урожайність дослідних сортів сої залежно від інокуляції, 2022–2024 роки, т/га [авторські дослідження]**

Сорт	Варіант досліджу	Роки			Середнє значення
		2022	2023	2024	
Королева	Контроль	2,13	1,98	1,12	1,74
	Оптимайз 200	2,79	2,42	1,61	2,27
	Ризобофіт	2,91	2,67	1,72	2,43
ГМАХ 8004	Контроль	2,06	1,83	1,07	1,65
	Оптимайз 200	2,54	2,34	1,52	2,13
	Ризобофіт	2,75	2,48	1,63	2,29

Максимальну врожайність зерна впродовж періоду дослідження в 1,72–2,91 т/га отримано у варіанті досліджу на фоні інокуляції насіння сорту Королева інокулянтом Ризобофіт, що на 5,5–7,7 % більше за сорт ГМАХ 8004 за тих же умов. Інокуляція Оптимайз 200 сприяла зростанню врожайності обох дослідних сортів сої в межах 1,61–2,79 т/га для сорту Королева та 1,52–2,54 т/га для сорту ГМАХ 8004. При цьому, ріст урожайності завдяки інокуляції

Оптимайз 200 відносно контролю становив 22,2–43,8 % для сорту Королева і 23,3–42,1 % для сорту ГМАХ 8004.

У найменш сприятливому за погодними умовами 2024 р. величини врожаю значно зменшились навіть за інокуляції, однак найкращі показники було за сортом Королева й інокулянту Ризобофіт. Так, за роки досліджень завдяки інокуляції середня врожайність зросла на 29,0–30,4 % і 38,3–39,6 % для дослідних сортів за використання інокулянтів Оптимайз 200 і Ризобофіт відповідно.

Важливою умовою щодо ефективності використання інокулянтів у вирощуванні сої є підвищення не лише врожайності культури, а й поліпшення якості зерна, особливо вмісту в ньому білків (сирого протеїну) й олії [99].

Згідно з проведеними дослідженнями (табл. 3.4) використання інокулянтів позитивно впливає на вміст білка й олії. Так, за обробки насіння Оптимайз 200 вміст білка збільшився в середньому на 3,1 % для сорту Королева та на 3,0 % для сорту ГМАХ 8004, тоді як застосування Ризобофіт призвів до збільшення на 3,3 і 3,2 % відповідно.

Таблиця 3.4

**Якість отриманого врожаю за використання інокулянтів на дослідних сортах сої, середнє за 2022–2024 роки [авторські дослідження]**

Варіант досліджу	Вміст білка, %		Вміст олії, %	
	фактично	зміни до контролю	фактично	зміни до контролю
Королева				
Контроль	38,2	-	22,6	-
Оптимайз 200	41,3	3,1	24,3	1,7
Ризобофіт	41,5	3,3	24,7	2,1
ГМАХ 8004				
Контроль	37,2	-	21,6	-
Оптимайз 200	40,2	3,0	23,5	1,6
Ризобофіт	40,4	3,2	23,6	2,0

Ефективність використання інокулянтів також проявилась у збільшенні вмісту олії в насінні – на 1,6–1,7 % за використання Оптимайз 200 і на 2,0–2,1 % – Ризобофіту. При цьому, найбільші показники якості було отримано за сортом Королева, серед яких вміст білка перевищував на 2,3–2,7 % відповідний показник сорту ГМАХ 8004, а міст олії – на 3,4–4,7 %.

Таким чином, за результатами проведених досліджень можна зробити висновок про ефективність використання інокулянтів Оптимайз 200 і Ризобофіт для вирощування сортів сої Королева та ГМАХ 8004 в умовах Полтавської області. Найкращі показники врожайності й якості отримано для сорту Королева за передпосівної обробки насіння інокулянтом Ризобофітом.

## РОЗДІЛ 4

### ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Актуальність економічної ефективності будь-якого виробництва, а особливо сільськогосподарського, не викликає на сьогодні сумнівів, оскільки забезпечує фінансову незалежність виробника та можливість подальшого розширеного виробництва (розвитку). Економічна ефективність відображує результативність використання матеріальних та нематеріальних ресурсів у сільськогосподарському виробництві, які необхідні для виробництва продукції (наприклад, сільськогосподарські угіддя, праця, основні засоби, біологічні активи, інновації тощо).

Необхідно відмітити, що зернове господарство є визначальною галуззю агропромислового комплексу, котра забезпечує продовольчу безпеку та сприяє розвитку експортного потенціалу країни, насичує сировиною інші галузі АПК й інші галузі виробництва (харчову, хімічну тощо). Це в кінцевому рахунку сприяє подальшому підвищенню рівня життя людей [100].

Для досягнення вищевказаного необхідно постійно збільшувати врожайність і покращувати якість вирощеного зерна всіх зернових культур, у тому числі й пшениці твердої ярої, за допомогою вдосконалення технології їх вирощування. У зв'язку з цим, нами поставлено завдання, ґрунтуючись на дослідженнях, обґрунтувати не тільки агробіологічні й екологічні, але й економічні аспекти ефективності використання інокулянтів у технології вирощування сої в умовах Лісостепу. Проведення економічної оцінки результатів досліджень здійснено згідно з загальноприйнятими методиками.

Необхідно відмітити, що соя – це економічно вигідна культура, яка може забезпечити середній рівень рентабельності на рівні 25 % при початкових вкладеннях у 100 тис. грн [101]. Згідно з дослідженнями [102] рівень рентабельності різних сортів сої за біологічного методу захисту становив 111,1–254,5 %.

Для визначення економічної ефективності технології вирощування сої з використанням інокулянтів використано наступні показники: виробничі затрати, собівартість, вартість валової продукції, прибуток і рівень рентабельності. При цьому, виробничі затрати на 1 га посіву та собівартість 1 тонни насіння сої, вирощеної з внесенням мінеральних добрив, розраховано з використанням складених технологічних карт і чинних методичних рекомендацій.

Чистий дохід (прибуток) представляє собою різницю між показниками – вартість врожаю та виробничі затрати. Рівень рентабельності визначено шляхом відношення розрахованого чистого доходу до виробничих витрат, що відображено у відсотках. Завдяки цьому показнику надається кількісна характеристика ефективності агротехнічного заходу, тобто ступінь його прибутковості.

Витрати на вирощування сої за всіма варіантами досліджень розраховано на основі однакових нормативів, тарифів і цін. Вартість сої в середньому складає 19000 грн/т. Розрахунок економічної ефективності використання інокулянтів у вирощуванні дослідних сортів сої засвідчив, що ці показники значно залежали від врожайності (табл. 4.1).

За розрахунками у табл. 4.1 можна зробити висновок, що інокуляція насіння забезпечує економічну ефективність, але залежно від інокулянту. Так, за використання Оптимайз 200 рівень рентабельності складає 83,3–98,2 % залежно від сорту, але є нижчим, ніж без його використання, що пов'язано з його високою вартістю – 6800 грн на 1 тону насіння. За використання Ризобофіт отримано рентабельність на рівні 173,8–196,3 % за дослідними сортами, що обумовлено більшим урожаєм і меншою вартістю інокулянту (619 грн на 1 тону насіння). На контрольну варіанті рівень рентабельності коливається в межах 105,2–120,9 %.

Таблиця 4.1

**Економічна оцінка використання інокулянтів у вирощуванні сої  
дослідних сортів [авторські розрахунки]**

Показники	Королева			ГМАХ 8004		
	Контроль	Оптимайз 200	Ризобофіт	Контроль	Оптимайз 200	Ризобофіт
Урожайність, т/га	1,74	2,27	2,43	1,65	2,13	2,29
Ціна реалізації, грн/т	19000	19000	19000	19000	19000	19000
Вартість валової продукції, грн/га	33060	43130	46170	31350	40470	43510
Виробничі затрати, грн/га	14964	21764	15584	15275	22075	15894
Собівартість 1 т продукції, грн/т	8600	9588	6413	9258	10364	6941
Прибуток, грн/га	18096	21366	30586	16075	18395	27616
Рівень рентабельності, %	120,9	98,2	196,3	105,2	83,3	173,8

Таким чином, найбільш економічно ефективним є вирощування сої сорту Королева за передпосівної інокуляції Ризобофітом, що дозволяє збільшити врожайність на 39,7 % відносно варіанту без удобрення та на 6,1 % відносно сорту ГМАХ 8004 за умови його інокуляції Ризобофітом. При цьому, найбільшу економічну ефективність показав сорт Ізоolda відносно сорту Чадо за обох варіантів удобрення.

## РОЗДІЛ 5

### ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА

Оцінка впливу на довкілля є обов'язковою в процесі прийому рішень про впровадження діяльності з ведення сільського господарства, оскільки може мати вагомий вплив на довкілля. Це стосується сільськогосподарського освоєння, рекультивації та меліорації земель на територіях, що мають площу від 20 гектарів, або які розміщені на площі від 5 гектарів на територіях та об'єктах природно-заповідного фонду чи в їх охоронних зонах, а також передбачає будівництво меліоративних систем і поодиноких об'єктів інженерної інфраструктури цих систем [103].

Наразі відповідно до Закону України «Про оцінку впливу на довкілля» від 23.05.2017 р. № 2059-VIII, який введено в дію після втрати чинності Закону України «Про екологічну експертизу» від 09.02.1995 р. № 45/95-ВР, зазначено, що вплив на довкілля представляє собою будь-які наслідки від планової діяльності для довкілля, котрі включають наслідки для безпеки життєдіяльності людей, їх здоров'я, фауни, флори, біорізноманіття, клімату, повітря, води, ґрунту, ландшафту, природних об'єктів і територій, історичних пам'яток й інших матеріальних об'єктів або для сукупності цих факторів [103].

Таким чином, під час сільськогосподарської діяльності необхідно враховувати, що ґрунти є незамінним ресурсом для забезпечення життя на планеті. Окрім того вони виконують захисну функцію для рослинності, атмосфери та природних вод. При виконанні захисної ролі ґрунти накопичують хімічні речовини, які можуть потрапити та забруднити гідросферу та вирощену рослинну продукцію, яка споживається безпосередньо людиною чи використовується для подальшого виробництва. До найбільш поширених забруднювачів ґрунту відносять: нафту та нафтопродукти, важкі метали, пестициди, фториди, галогени [104].

Ґрунти значно різняться за своєю стійкістю до хімічних забруднень.

Ґрунти мають потенціал стійкості до забруднення, що передбачає сукупність фізичних, біохімічних і хімічних процесів, що здатні сприяти зниженню токсичності речовин, що забруднюють, й їх розкладанню, а також природних властивостей ґрунту, котрі допомагають його відновленню.

Здібність ґрунтів до самоочищення знаходиться в залежності від багатьох показників, що взаємозв'язані. До основних з них належать [104]:

1) гранулометричний склад, котрий здійснює вплив на поглинальну здатність і буферність ґрунту, тепловий і водно-повітряний режими, співвідношення й інтенсивність процесів мінералізації та трансформації органічної речовини, акумуляцію, утворення та вимивання малорозчинних сполук токсикантів.

2) щільність ґрунту, оскільки за його ущільнення підвищується опір до проникнення корневих систем рослин, погіршення водно-повітряного та живильного режимів, відбувається розвиток ерозійних процесів;

3) вміст гумусу та частку в ньому особливих гумусових сполук: гуміну, фульвокислот, гумінових кислот – елементів живлення, які здійснюють вплив на запаси, режим біологічного кругообігу, швидкість розкладання токсикантів;

4) склад обмінних і поглинених катіонів, від яких залежать процеси перетворення, заміщення, розчинення й абсорбції токсичних елементів у твердій фазі ґрунту;

5) сольовий склад і реакція ґрунтового розчину, що діють на рух і накопичення токсикантів, прояв бар'єрів;

6) повітряний режим, який впливає на відновлювальні й окислювальні процеси, які покращують мікробіологічні властивості та сприяють розкладанню токсикантів;

7) тепловий і водний режими, що впливають на акумуляцію та міграцію токсикантів;

8) присутність ґрунтово-геохімічних бар'єрів, що здатні затримувати речовини, які забруднюють;

9) рельєф місцевості, котрий здійснює вплив на ґрунтоутворюючі породи, водний, тепловий і повітряний режими, хімічні та фізичні властивості ґрунту;

10) сільськогосподарське освоєння, що змінює родючість, впливає шляхом підвищення чи зниження процесів дефляції й ерозії.

У ґрунті відбуваються різноманітні взаємодіючі процеси, що визначають характер розподілу токсикантів: між живою речовиною та ґрунтовим розчином, твердою, газоподібною та рідкою фазами ґрунту. Хімічні властивості елементів відіграють важливу роль під час міграції у літосфері, до основних характеристик яких належить розчинність.

Висновки та пропозиції щодо покращення умов охорони навколишнього середовища для фермерського господарства:

1. Розширення організаційно-господарських, технічних, технологічних, біологічних і правових заходів з охорони природи, раціонального використання її багатств.

2. Не допускання при транспортуванні добрив перевалочної системи з заводу до поля.

3. Заміна суцільного внесення добрив локальним, що не наносить шкоди зовнішньому середовищу, є економічно доцільним.

4. Застосування машин, котрі забезпечують поверхнєве внесення з рівномірним розсіюванням добрив.

5. Використання хімічних пестицидів під суворою регламентацією за строками, нормою витрат, концентрацією розчину, кратністю обробки, дотримання правил зберігання, транспортування та знищення.

6. Застосування хімічних пестицидів лише в тих випадках, коли рівень чисельності шкідників переважає економічний поріг шкодочинності. За можливості заміна їх на органічні або екологічно безпечні.

7. Збільшення площ під органічними сільськогосподарськими культурами.

## РОЗДІЛ 6

### ОХОРОНА ПРАЦІ

Обов'язковим і найважливішим елементом організації праці в Україні є її охорона в усіх галузях виробництва, враховуючи і сільське господарство. Охорона праці складається з сукупності законодавчих актів, технічних, соціально-економічних, лікувально-профілактичних засобів і заходів, що направлені на створення умов безпечності праці, сприяли працездатності людини, забезпечували збереження здоров'я впродовж процесу праці [105].

Охорона праці у фермерському господарстві здійснюється відповідно до законодавства про працю, державних стандартах з її безпеки, норм і правил, що регулюють охорону праці.

У фермерському господарстві розроблена та діє система управління щодо охорони працею, яка з часом змінюється та вдосконалюється, забезпечуючи умови праці, рівень безпеки і механізації сільськогосподарських робіт. В господарстві робота з охорони праці проводиться чотирма ланками посадових осіб: а) директором; б) заступником директора господарської частини; в) інженером з техніки безпеки; г) керівниками конкретних виробничих служб (агрономом, бригадиром, завідуючим майстернею та гаражем тощо).

Керівник установи та заступник керівника відповідають за охорону праці в цілому в господарстві та проводять такі заходи: розробка плану заходів з поліпшення умов праці; слідкування за технічною справністю устаткування; контроль санітарно-гігієнічних умов праці; перевірка забезпечення працюючих спецодягом, спецвзуттям й іншими засобами індивідуального захисту; контроль дотримання експлуатаційних правил і правил охорони праці всіма працівниками.

Інженер з охорони праці: проводить первісний інструктаж з техніки безпеки; слідкує за введенням у виробництво механізації й автоматизації виробничих процесів, що підвищують безпеку праці та полегшують її; своєчасно організовує випробування та реєстрацію контрольних-вимірювальних приладів, піднімально-транспортних механізмів, апаратів і

емностей, що працюють під тиском; слідкує за тим, щоб обслуговування тракторів, комбайнів й інших агрегатів проводилось лише працівниками, що мають посвідчення чи інші документи на допуск їх до самостійної роботи.

Керівники конкретних виробничих служб (агроном, бригадир, завідувач майстернею та гаражем): здійснюють інструктаж щодо техніки безпеки на робочому місці; наглядають за функціональністю сільськогосподарської техніки, що застосовується в полі, на фермах, в гаражах, майстернях чи на інших ділянках. Ці посадові особи контролюють наявність і налагодженість будь-яких захисних установ, огорож і засобів індивідуального захисту, слідкують за своєчасним забезпеченням ними працівників, перевіряють безпечність руху техніки з одного робочого місця на інше.

До заходів з поліпшення умов охорони праці у фермерському господарстві належать:

1. Удосконалення стану техніки з обробітку ґрунту та наявності інструкцій на робочих місцях.
2. Підвищення контролю за виконанням заходів з охорони праці відповідно до законодавчих документів.
3. Повне забезпечення працівників засобами індивідуального захисту.
4. Проаналізувати показники та причини виробничих травм і захворювань, запровадити заходи морального та матеріального заохочення за зразковий стан охорони праці на робочому місці.
5. Регулярна перевірка наявності та справності всіх засобів пожежогасіння на всіх виробничих ділянках.

## ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Здійснені польові та лабораторні дослідження, розрахунки економічної ефективності дозволяють визначити ефективність інокулянтів в технології вирощування сої через оцінку стану функціонування симбіотичної системи рослин, аналізу індивідуальної продуктивності, врожайності й якості, що дозволяє зробити наступні висновки:

1. Визначено, що на функціонування симбіотичної системи сої впливають погодні умови та використання інокулянтів. Вплив обробки інокулянту Оптимайз 200 на кількість бульбочок на корені рослин сої відносно контролю становив 66,7–75,0 % для сорту Королева та 72,7–81,8 % для сорту ГМАХ 8004, тоді як вплив Ризобофіту становив відповідно за сортами – 75,0–83,3 % і 81,8–90,9 %. За обробки інокулянтами відбулись позитивні зміни у масі бульбочок на 1 рослині, які більше контролю на 59,1–70,8 % для сорту Королева та на 68,4–80,0 % для сорту ГМАХ 8004 при використанні Оптимайз 200. Тоді як обробка Ризобофітом насіння сприяла збільшенню маси коренів на 72,7–154,2 % для сорту Королева та на 89,5–163,6 % для сорту ГМАХ 8004.

2. Встановлено, що передпосівна інокуляція насіння сої впливає також на індивідуальну продуктивність рослин. Оптимайз 200 сприяв збільшенню середніх показників індивідуальної продуктивності за обома дослідними сортами відносно контролю: висота кріплення ніжних бобів – на 10,4–16,8 %, кількість бобів з однієї рослини – на 35,5–41,1 %, маса зерна з 1 рослини – на 18,2–19,0 %, маса 1000 зерен – на 7,3–8,1 %. За використання Ризобофіту отримано найбільші середні показники продуктивності дослідних сортів сої, які збільшились відносно контрольного варіанту на 20,0–22,4 % – висота кріплення ніжних бобів, на 44,6–45,6 % – кількість бобів з однієї рослини, на 31,8–33,3 % – маса зерна з 1 рослини, на 16,0–16,1 % – маса 1000 зерен.

3. Аналіз врожайності й якості насіння підтвердив позитивний вплив його інокуляції. Так, максимальну врожайність зерна в 1,72–2,91 т/га отримано

у варіанті досліду на фоні інокуляції насіння сорту Королева інокулянтном Ризобофіт, що на 5,5–7,7 % більше за сорт ГМАХ 8004 за тих же умов. Інокуляція Оптимайз 200 сприяла зростанню врожайності обох дослідних сортів сої в межах 1,61–2,79 т/га для сорту Королева та 1,52–2,54 т/га для сорту ГМАХ 8004. Також, за обробки насіння Оптимайз 200 вміст білка й олії збільшився в середньому на 3,1 і 1,7 % для сорту Королева та на 3,0 і 1,6 % для сорту ГМАХ 8004 відповідно, тоді як застосування Ризобофіт призвів до збільшення вмісту білка й олії за сортами на 3,3 і 2,1 %, 3,2 і 2,0 % відповідно.

4. Економічна ефективність передпосівної інокуляції насіння сої залежала від врожайності та використаного інокулянту. Так, найбільший прибуток на 1 га від вирощування сої сортів Королева і ГМАХ 8004 отримано за використання інокулянту Ризобофіт – 30,6 і 27,6 тис. грн відповідно. Отриманий рівень рентабельності є максимальним за умови інокуляції насіння Ризобофітом обох сортів в межах 173,8–196,3 %.

З урахуванням результатів і розрахунків проведених досліджень, підтвердження їх економічної ефективності, пропонується проводити передпосівну інокуляцію насіння сої сорту Королева препаратом Ризобофіт з розрахунку 1 л/т в умовах Лісостепу.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Jarecki W., Buczek J., Jańczak-Pieniążek, M. Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) response to commercial inoculation with *Bradyrhizobium japonicum*. *Applied Ecology and Environmental Research*. 2020. Vol. 18 (5). P. 6713–6724. doi: 10.15666/aeer/1805\_67136724
2. Herridge D.F., Peoples M.B., Boddey R.M. Global inputs of biological nitrogen fixation in agricultural systems. *Plant and Soil*. 2008. Vol. 311(1–2), 1e18. doi: 10.1007/s11104-008-9668-3
3. Murage F.M., Mugwe J.N., Ngetich K.F., Mucheru-Muna M.M., Mugendi D.N. Adoption of soybean by smallholder farmers in the Central Highlands of Kenya. *African Journal of Agricultural Economics and Rural Development*. 2019. Vol. 7(5). P. 1–12.
4. Abou-Shanab R.A.I., Wongphatcharachai M., Sheaffer C.C., Orf J.C., Sadowsky M.J. Competition between introduced *Bradyrhizobium japonicum* strains and indigenous bradyrhizobia in Minnesota organic farming systems. *Symbiosis*. 2017. Vol. 73 (3). P. 155–163. doi: 10.1007/s13199-017-0505-4
5. Da Silva Júnior E.B., Favero V.O., Xavier G.R., Boddey R.M., Zilli J.E. Rhizobium inoculation of cowpea in Brazilian cerrado increases yields and nitrogen fixation. *Agronomy Journal*. 2018. Vol. 110(2). P. 722–727. doi: 10.2134/agronj2017.04.0231
6. Maphosa Y., Jideani V.A. The role of legumes in human nutrition. In *Functional Food-Improve Health through Adequate Food* (pp. 104–121). London : IntechOpen, 2017. doi: 10.5772/intechopen.69127
7. Masciarelli O., Llanes A., Luna V. A new PGPR co-inoculated with *Bradyrhizobium japonicum* enhances soybean nodulation. *Microbiological Research*. 2014. Vol. 169(7–8). P. 609–615. doi: 10.1016/j.micres.2013.10.001
8. The soybean. URL: <https://www.fao.org/4/t0532e/t0532e02.htm>.
9. TABLE Summary series: Soy. URL: <https://tabledebates.org/building-blocks/table-summary-series-soy>.

10. Production – Soybeans. URL: <https://fas.usda.gov/data/production/commodity/2222000>.
11. Обсяг світової переробки сої в 2024/25 МР досягне нового рекорду – прогноз. URL: <https://ukragroconsult.com/news/obsyag-svitovoyi-pererobky-soyi-v-2024-25-mr-dosyagne-novogo-rekordu-prognoz>.
12. Роль України у світовому ринку сої: аналіз і перспективи. URL: <https://novynarnia.com/2024/07/29/rol-ukrayiny-u-svitovomu-rynku-soyi-analiz-i-perspektyvu>.
13. Вирощування сої: аналіз економічної вигоди. URL: <https://agroelita.info/vyroshchuvannia-soi-analiz-ekonomichnoi-vyhody>.
14. Rigaud J., Bewly J.D. Comparison of the efficiency of nitrate and nitrogen fixation in crop yield, Nitrogen and Carbon Metabolism. *Nijhoff, Junk, The Hague, The Netherlands*. 1981. P. 8–46.
15. Galindo F.S., Teixeira Filho M.C.M., Buzetti S. et al. Wheat yield in the Cerrado as affected by nitrogen fertilization and inoculation with *Azospirillum brasilense*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2017. Vol. 52. P. 794–805. doi: 10.1590/s0100-204x2017000900012
16. Moretti L.G., Lazarini E., Bossolani J.W. et al. Can additional inoculations increase soybean nodulation and grain yield? *Agronomy Journal*. 2018. Vol. 110. P. 1–7. doi: 10.2134/agronj2017.09.0540
17. Sá J.C.M., Lal R., Cerri C.C., Lorenz K., Hungria M., Carvalho P.C.C. Low-carbon agriculture in South America to mitigate global climate change and advance food security. *Environment International*. 2017. Vol. 98. P. 102–112. doi: 10.1016/j.envint.2016.10.020
18. Galindo F.S., Teixeira Filho M.C.M., Buzetti S., Santini J.M.K., Alves C.J., Nogueira L.M., Ludkiewicz M.G.Z., Andreotti M., Bellote J.L.M. Corn yield and foliar diagnosis affected by nitrogen fertilization and inoculation with *Azospirillum brasilense*. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 2016. Vol. 40, p.e015036. doi: 10.1590/18069657rbcs20150364

19. Abate T., Alene A.D., Bergvinson D., Shiferaw B., Silim S., Orr A. Asfaw S. Tropical grain legumes in Africa and South Asia: knowledge and opportunities. Nairobi: ICRISAT, 2011. 116 p.
20. Ogoke I.J., Togun O.A., Carsky R.J., Dashiell K.E. Nitrogen Fixation by Soybean in the Nigerian Moist Savanna: Effects of Maturity Class and Phosphorus Fertilizer. *Tropicultura*. 2006. Vol. 24 (4). P. 193–199.
21. Prasad R., Power J.F. Soil Fertility Management For Sustainable Agriculture. USA, Fla, Boca Raton : CRC Press, 1997.
22. Hiltbold A.E., Patterson R.M., Reed R.B. Soil populations of *Rhizobium japonicum* in a cotton-corn-soybean rotation. *Soil Science Society of America Journal*. 1985. Vol. 49, No. 2. P. 343–348, 2-s2.0-0022267233.
23. Gwata E.T., Wofford D.S., Pfahler P.L., Boote K.J. Genetics of promiscuous nodulation in soybean: nodule dry weight and leaf color score. *J. Hered.* 2004. Vol. 95. P. 154–157.
24. Dwivedi S.L., Sahrawat K.L., Upadhyaya H.D. et al. Chapter One – Advances in host plant and *Rhizobium* genomics to enhance symbiotic nitrogen fixation in grain legumes. *Adv. Agron.* 2015. Vol. 129. P. 1–116.
25. Vargas-Díaz A.A., Ferrera-Cerrato R., Silva-Rojas H.V., Alarcón A. Isolation and evaluation of endophytic bacteria from root nodules of *Glycine max* L. (Merr.) and their potential use as biofertilizers. *Span. J. Agric. Res.* 2019. Vol. 17, e1103.
26. Solomon T., Pant L.M., Angaw T. Effects of inoculation by *Bradyrhizobium japonicum* strains on nodulation, nitrogen fixation, and yield of soybean (*Glycine max* L. Merrill) varieties on Nitisols of Bako, western Ethiopia. *Int. Sch. Res. Not.* 2012. Article ID: 261475.
27. Marinković J.B., Bjelić D.Đ., Tintor B.B. et al. Molecular identification of *Bradyrhizobium japonicum* strains isolated from root nodules of soybean (*Glycine max* L.). *Matica Srpska J. Nat. Sci.* 2017. Vol. 132. P. 49–56.
28. Jarecki W. Reaction of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] to seed inoculation with *Bradyrhizobium japonicum* bacteria. *Plant, Soil and Environment*. 2020. Vol. 66. P. 242–247.

29. Flajšman M., Šantavec I., Kolmanič A., Kocjan Ačko D. Bacterial seed inoculation and row spacing affect the nutritional composition and agronomic performance of soybean. *Int. J. Plant Prod.* 2019. Vol. 13. P. 183–192.
30. Kozieł M., Gębala B., Martyniuk S. Response of soybean to seed inoculation with *Bradyrhizobium japonicum* and with mixed inoculants of *B. japonicum* and *Azotobacter chroococcum*. *Pol. J. Microbiol.* 2013. Vol. 62. P. 457–460.
31. Pannecouque J., Goormachtigh S., Ceusters J. et al. Temperature as a key factor for successful inoculation of soybean with *Bradyrhizobium* spp. under cool growing conditions in Belgium. *J. Agric. Sci.* 2018. Vol. 156. P. 493–503.
32. Deaker R., Roughley R.J., Kennedy I.R. Legume seed inoculation technology – a review. *Soil Biol. Biochem.* 2004. Vol. 36. P. 1275–1288.
33. Coskan A., Dogan K. Symbiotic nitrogen fixation in soybean. In: El-Shemy H.A. (ed.) *Soybean Physiology and Biochemistry. In Tech.* 2011. Vol. 307. P. 167–182.
34. Althabegoiti M.J., López-García S.L., Piccinetti C. et al. Strain selection for improvement of *Bradyrhizobium japonicum* competitiveness for nodulation of soybean. *FEMS Microbiol. Lett.* 2008. Vol. 282. P. 115–123.
35. López-García S.L., Peticari A., Piccinetti C. et al. In-Furrow inoculation and selection for higher motility enhances the efficacy of *Bradyrhizobium japonicum* nodulation. *Agron. J.* 2009. Vol. 101. P. 357–363.
36. Onishchuk O.P., Vorobyov N.I., Provorov N.A. Nodulation competitiveness of nodule bacteria: genetic control and adaptive significance: Review. *Appl. Biochem. Microbiol.* 2017. Vol. 53. P. 131–139.
37. Wongphatcharachai M., Staley C., Wang P. et al. Predominant populations of indigenous soy-bean nodulating *Bradyrhizobium japonicum* strains obtained from organic farming systems in Minnesota. *J. Appl. Microbiol.* 2015. Vol. 118. P. 1152–1164.
38. Torres A.R., Kaschuk G., Saridakis G.P., Hungria M. Genetic variability in *Bradyrhizobium japonicum* strains nodulating soybean [*Glycine max* (L.) Merrill]. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 2012. Vol. 28. P. 1831–1835.
39. Zhang Y.M., Li Y.Jr., Chen W.F. et al. Biodiversity and biogeography of rhizobia associated with soybean plants grown in the North China Plain. *Appl.*

*Environ. Microbiol.* 2011. Vol. 77. P. 6331–6342.

40. Giongo A., Ambrosini A., Vargas L.K. et al. Evaluation of genetic diversity of bradyrhizobia strains nodulating soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] isolated from South Brazilian fields. *Appl. Soil Ecol.* 2008. Vol. 38. P. 261–269.

41. Thilakarathna M.S., Raizada M.N. A meta-analysis of the effectiveness of diverse rhizobia inoculants on soybean traits under field conditions. *Soil Biol. Biochem.* 2017. Vol. 105. P. 177–196.

42. Zimmer S., Messmer M., Haase T. et al. Effects of soybean variety and Bradyrhizobium strains on yield, protein content and biological nitrogen fixation under cool growing conditions in Germany. *Eur. J. Agron.* 2016. Vol. 72. P. 38–46.

43. Salvagiotti F., Cassman K.G., Specht J.E. et al. Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybeans: a review. *Field Crop. Res.* 2008. Vol. 108. P. 1–13.

44. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності : монографія / Г.М. Заболотний та ін. Вінниця : ФОРМ Корзун Д.Ю., 2020. 276 с.

45. Aboutaleb M.A., Malmir M. Soybean yield and yield components affected by the mycorrhiza and bradyrhizobium at different rates of starter nitrogen fertilizer. *Semina: Ciênc. Agrár.* 2017. Vol. 38. P. 2409–2418.

46. Cafaro La Menza N., Monzon J.P., Specht J.E., Grassini P. Is soybean yield limited by nitrogen supply? *Field Crop. Res.* 2017. Vol. 213. P. 204–212.

47. Gai Z., Zhang J., Li C. Effects of starter nitrogen fertilizer on soybean root activity, leaf photosynthesis and grain yield. *PLoS One.* 2017. Vol. 12, e0174841.

48. Albareda M., Rodriguea-Navarro D.N., Temprano F.J. Soybean inoculation: dose, N fertilizer supplementation and rhizobia persistence in soil. *Field Crops Res.* 2009. Vol. 113. P. 352–356.

49. Kaschuk G., Nogueira M.A., de Luca M.J., Hungria M. Response of determinate and indeterminate soybean cultivars to basal and topdressing N fertilization compared to sole inoculation with Bradyrhizobium. *Field Crop. Res.* 2016. Vol. 195. P. 21–27.

50. Kühling I., Hüsing B., Bome N., Trautz D. Soybeans in high latitudes: effects of Bradyrhizobium inoculation in northwest Germany and southern west Siberia. *Org. Agric.* 2018. Vol. 8. P. 159–171.
51. Adjetey J.A., Mbotho K. Evaluation of Bradyrhizobium formulations on performance of soybean grown on soil without a long-term history of the crop. *Bots. J. Agric. Appl. Sci.* 2019. Vol. 13. P. 66–70.
52. Suzuki Y., Adhikari D., Itoh K., Suyama K. Effects of temperature on competition and relative dominance of Bradyrhizobium japonicum and Bradyrhizobium elkanii in the process of soybean nodulation. *Plant Soil.* 2014. Vol. 374. P. 915–924.
53. López-García S.L., Peticari A., Piccinetti C. et al. In-Furrow inoculation and selection for higher motility enhances the efficacy of *Bradyrhizobium japonicum* nodulation. *Agron. J.* 2009. Vol. 101. P. 357–363.
54. Narožna D., Pudełko K., Króliczek J. et al. Survival and competitiveness of Bradyrhizobium japonicum strains 20 years after introduction into field locations in Poland. *Appl. Environ. Microbiol.* 2015. Vol. 81. P. 5552–5559.
55. Jansa J., Bationo A., Frossard E., Rao I.M. Options for improving plant nutrition to increase common bean productivity in Africa. In *Fighting poverty in Sub-Saharan Africa: The multiple roles of legumes in integrated soil fertility management* (pp. 201–240). Dordrecht : Springer, 2011.
56. Meng L., Zhang A., Wang F. et al. Arbuscular mycorrhizal fungi and Rhizobium facilitate nitrogen uptake and transfer in soybean/maize intercropping system. *Frontiers in Plant Science.* 2015. Vol. 6, 339. doi: 10.3389/fpls.2015.00339
57. Ronner E., Franke A.C., Vanlauwe B. et al. Understanding variability in soybean yield and response to P-fertilizer and rhizobium inoculants on farmers' fields in northern Nigeria. *Field Crops Research.* 2016. Vol. 186. P. 133–145. doi: 10.1016/j.fcr.2015.10.023
58. Kerry R.G., Patra S., Gouda S., Patra J.K., Das G. Microbes and Their Role in Drought Tolerance of Agricultural Food Crops. In *Microbial Biotechnology* (pp. 253–273). Singapore: Springer, 2018.

59. Yadav S.K., Soni R., Rajput A.S. Role of Microbes in Organic Farming for Sustainable Agro-Ecosystem. In: *Microorganisms for green revolution* (pp. 241–252). Singapore: Springer, 2018.
60. Malhotra J., Aparna K., Dua A. et al. Microbial and genetic ecology of tropical Vertisols under intensive chemical farming. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2015. Vol. 187(1). P. 1–17. doi: 10.1007/s10661-014-4081-2
61. Prashar P., Shah S. Impact of Fertilizers and Pesticides on Soil Microflora in Agriculture. In: Lichtfouse E. (eds). *Sustainable agriculture reviews*. Cham. Springer, 2016, Vol. 19. doi: 10.1007/978-3-319-26777-7\_8
62. Araújo F.F.D., Marchesi G.V.P. Uso de *Bacillus subtilis* no controle da meloidoginose e na promoção do crescimento do tomateiro. *Ciência Rural*. 2009. Vol. 39. P. 1558–1561. doi: 10.1590/S0103-84782009000500039
63. Kuhn O.J., Pascholati S.F. Custo adaptativo da indução de resistência em feijoeiro mediada pela rizobactéria *Bacillus cereus* ou acibenzolar-S-metil: Atividade de enzimas, síntese de fenóis e lignina e biomassa. *Summa Phytopathologica*. 2010. Vol. 36. P. 107–114. doi: 10.1590/S0100-54052010000200001
64. Pavan M.E., Pettinari M.J., Cairó F. et al. *Bacillus anthracis*: Una mirada molecular a un patógeno célebre. *Revista Argentina de Microbiología*. 2011. Vol. 43. P. 294–310.
65. Jardin P. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*. 2015. Vol. 196. P. 3–14. doi: 10.1016/j.scienta.2015.09.021
66. Hungria M., Nogueira M.A., Araujo R.S. Co-inoculation of soybeans and common beans with rhizobia and azospirilla: Strategies to improve sustainability. *Biology and Fertility of Soils*. 2013. Vol. 49. P. 791–801. doi: 10.1007/s00374-012-0771-5
67. Bishnoi U., Polson S.W., Sherrier D.J., Bais H.P. Draft genome sequence of a natural root isolate, *Bacillus subtilis* UD1022, a potential plant growth-promoting biocontrol agent. *Genome Announcements*. 2015. Vol. 3. P. 1–2. doi: 10.1128/genomeA.00696-15

68. Galindo F.S., Teixeira Filho M.C.M., Buzetti S. et al. Technical and economic viability of co-inoculation with *Azospirillum brasilense* in soybean cultivars in the Cerrado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 2018. Vol. 22. P. 51–56. doi: 10.1590/1807-1929/agriambi.v22n1p51-56

69. Pannecouque J., Goormachtigh S., Ceusters N. Soybean response and profitability upon inoculation and nitrogen fertilisation in Belgium. *European Journal of Agronomy*. 2021. Vol. 132, 126390. doi: 10.1016/j.eja.2021.126390

70. Barbosa J.Z., Hungria M., da Silva Sena J.V. et al. Meta-analysis reveals benefits of co-inoculation of soybean with *Azospirillum brasilense* and *Bradyrhizobium* spp. in Brazil. *Applied Soil Ecology*. 2021. Vol. 163, 103913. doi: 10.1016/j.apsoil.2021.103913

71. Tavanti T.R., Tavanti R.F.R., Galindo F.S. et al. Yield and quality of soybean seeds inoculated with *Bacillus subtilis* strains. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 2020. Vol. 24, No. 1. P. 65–71. doi: 10.1590/1807-1929/agriambi.v24n1p65-71

72. Чайка Т.О., Ляшенко В.В., Хоменко Б.С. Вплив інокуляції насіння на врожайність сої за органічної технології вирощування. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 133. С. 180–187. doi: 10.32782/2226-0099.2023.133.24

73. Камінський В.Ф., Пиндус В.В. Ефективність бактеризації насіння у технології вирощування сої за органічної системи землеробства. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 77. С. 153–158.

74. Gitonga N.M., Njeru E.M., Cheruiyot R., Maingi J.M. Bradyrhizobium inoculation has a greater effect on soybean growth, production and yield quality in organic than conventional farming systems. *Cogent Food & Agriculture*. 2021. Vol. 7, 1935529. doi: 10.1080/23311932.2021.1935529

75. Inoculation of soybean seed. URL: <https://orgprints.org/id/eprint/39224/4/von-beesten-etal-2019-inoculation-en.pdf>.

76. Петриченко В. Ф. Агробіологічне обґрунтування і розробка технологічних прийомів підвищення урожайності та якості насіння сої в Лісостепу України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук : спец. 06.01.09. Київ, 1995. 36 с.

77. Комплексне застосування біопрепаратів на основі фосформобілізуєчих мікроорганізмів, фізіологічно активних речовин і біологічних засобів захисту рослин: рекомендації / В. П. Патики та ін. ; за ред. В. П. Патики. Київ : Аграр. наука, 2000. 35 с.

78. Мельник А., Вовк В. Продуктивність різних сортів сої в умовах Прикарпаття. *Пропозиція*. 2008. № 6. С. 58–60.

79. Бабич А. О., Петриченко В. Ф., Іванюк С. В. Обґрунтування впливу гідротермічних умов Лісостепу України на індивідуальну продуктивність сої. *Актуальні проблеми землеробства і тваринництва* : Матеріали міжнародної конференції. Оброшино, 1996. С. 14–15.

80. Ізотов І., Іванова О. На Полтавщині через засуху прогнозують низьку урожайність сої. *Суспільне Полтава*. 2024. URL: <https://suspilne.media/poltava/809187-na-poltavsini-cerez-zasuhu-prognozuut-nizku-urozajnist-soi/>

81. Врожай онлайн 2024. URL: <https://latifundist.com/urozhaj-online-2024>.

82. Методика наукових досліджень в агрономії : навч. посіб. / Е. Р. Ермантраут та ін. Житомир : ЖНАЕУ, 2010. 121 с.

83. Сорт КОРОЛЕВА (соя культурна). URL: <https://agrarii-razom.com.ua/culture-variety/koroleva-0>.

84. Сорт ГМАХ 8004 (соя культурна). URL: <https://agrarii-razom.com.ua/culture-variety/gmah-8004>.

85. Експериментальна ґрунтова мікробіологія : монографія / В.В. Волкогон, О.В. Надкернична, Л.М. Токмакова та ін. ; за наук. ред. В.В. Волкогона. Київ : Аграр. наук., 2010. 464 с.

86. Еколого-біологічні та технологічні принципи вирощування польових культур / В. Д. Паламарчук та ін. Вінниця : ФОР Данилюк, 2010. 636 с.

87. Голодрига О.В., Грицаєнко З.М. Симбіотичний апарат сої. *Карантин і захист рослин*. 2006. № 7. С. 16–17.

88. Datsenko V.K., Laguta S. K., Starchenkov E. P. et al. Efficiency of legume-rhizobium symbiosis of different soybean varieties and strains of Bradyrhizobium

- japonicum*. *Physiology and Biochemistry of Cult. Plants*. 1997. Vol. 29(4). P. 299–303.
89. Найдьонова О.Є. Вплив біопрепарату Оптимайз 200 на біологічний стан ґрунту в прикореневій зоні рослин сої в умовах органічного землеробства. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2015. 84. С. 95–100.
90. Дідора В.Г. Симбіотична продуктивність сої залежно від інокуляції насіння та удобрення. *Наукові горизонти*. 2018. № 1(64). С. 23–28.
91. Крутило Д.В., Надкернична О.В., Шерстобоева О.В., Ушакова М.А. Корекція ризобіальних угруповань ґрунту за інтродукції *Bradyrhizobium japonicum* різних генетичних груп. *Агроекологічний журнал*. 2018. № 2. С. 73–81.
92. Мазур О. В. Перспективи виробництва сої в Україні. *Збірник наукових праць ВНАУ*. 2012. № 1. С. 57.
93. Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур : навч. посіб. ; 2-ге вид. випр. Київ : ЦНЛ, 2004. 808 с.
94. Нагорний В.І. Вплив строків і способів сівби на урожайність сортів сої *Корми і кормовиробництво*. 2010. Вип. 66. С. 96–103.
95. Каленська С.М., Новицька Н.В., Гарбар Л.А., Андрієць Д.В. Урожайність як інтегральний показник реакції рослин сої на елементи технології вирощування. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер. Агрономія*. 2010. Вип. 149. С. 227–234.
96. Адамчук-Чала Н.І. Вплив іннокуляції *Bradyrhizobium japonicum* УКМ-6035 на фотосинтетичний апарат трансгенної сої. *Агроекологічний журнал*. 2014. № 2. С. 95–99.
97. Гадзовський Г. Л., Новицька Н. В. Формування врожайності сої під впливом інокуляції та підживлення. *Миронівський вісник*. 2018. Вип. 7. С. 113–122.
98. Каленська С.М., Новицька Н.В., Стрихар А. Є. Стані та перспективи розширення виробництва сої. *Агрономія*. 2009. Вип. 141. С. 133–136.
99. Ярош М. Технологія вирощування сої: фактори врожайності, сівба і використання добрив. *Агроном*. 2013. № 1. С. 130–133.

100. Бойко В.І., Лебідь Є.М., Рибка В.С. та ін Економіка виробництва зерна (з основами організації і технології виробництва) / за ред. В.І. Бойка. Київ : ННЦ ІАЕ, 2008. 400 с.

101. Прибиток П. Бізнес ідея вирощування сої з розрахунками. URL: <https://dumka.biz/biznes-ideya-viroshhuvannya-so%D1%97-z-rozrahunkami>.

102. Вожегова Р. А., Коковіхіна О. С. Економічна та енергетична ефективність вирощування насіння сої залежно від сортового складу, удобрення та захисту рослин. *Аграрні інновації*. 2022. № 14. С. 129–134. doi: 10.32848/agra.innov.2022.14.19.

103. Про оцінку впливу на довкілля : Закон України від 23.05.2017 р. № 2059-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19#Text>.

104. Екологічна експертиза : навч. посіб. / М.І. Федючка та ін. ; за заг. ред. М.І. Федючки / 2-ге вид., доп. і перероб. Херсон : Олді-плюс, 2019. 144 с.

105. Гандзюк М. П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. Основи охорони праці : підруч. / за ред. М. П. Гандзюка. Київ : Каравела, 2004. 408 с.

## ДОДАТКИ



НАВЧАЛЬНО - НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ  
АГРОТЕХНОЛОГІЙ, СЕЛЕКЦІЇ ТА  
ЕКОЛОГІЇ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий інститут агротехнологій, селекції та екології

University of Opole (Poland)

International Slavis University (Macedonia)

Cooperative Trade University of Moldova

**«Урожайність та якість продукції рослинництва  
за сучасних технологій вирощування»**

присвячена пам'яті професора Г. П. Жемели

**30 вересня 2024 року**

*Матеріали  
Міжнародної науково-практичної  
інтернет-конференції  
30 вересня 2024 року*

**Полтава  
2024**

УДК 633:631.559:006.015.5:631.5

У 71

**Редакційна колегія:**

*Гангур В. В.* – завідувач кафедри рослинництва Полтавського державного аграрного університету, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник.

*Маренич М. М.* – директор навчально – наукового інституту агротехнологій, селекції та екології, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри селекції, насінництва і генетики

*Куценко О. М.* - професор кафедри рослинництва Полтавського державного аграрного університету, професор, кандидат сільськогосподарських наук

*Jolanta Bojarszczuk* - Doctor, adjunct, Institute of Soil Science and Plant Cultivation – State Research Institute in Puławy

*Писаренко В. М.* - професор кафедри захисту рослин Полтавського державного аграрного університету, професор, доктор сільськогосподарських наук

*Білоножко В. Я.* - професор кафедри екології та агротехнологій ННІ природничих та аграрних наук Черкаського національного університету ім. Богдана Хмельницького, професор, доктор сільськогосподарських наук

*Полторецький С. П.* - професор кафедри рослинництва ім. О. І. Зінченка Уманського національного університету садівництва, професор, доктор сільськогосподарських наук

*Бараболя О. В.* – доцент кафедри рослинництва, завідувач Науково-дослідної лабораторії якості зерна імені Г. П. Жемели Полтавського державного аграрного університету, кандидат сільськогосподарських наук, доцент.

*Шакалій С. М.* – доцент кафедри рослинництва, фахівець другої категорії Науково-дослідної лабораторії якості зерна імені Г. П. Жемели Полтавського державного аграрного університету, кандидат сільськогосподарських наук, доцент.

*Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування, присвячена пам'яті професора Г. П. Жемели: матеріали Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Полтава, 30 вересня+63 2024 р.).* Полтава :ПДАУ, 2024. 215 с.

У збірнику представлені матеріали міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, присвяченої пам'яті професора Г. П. Жемели, за результатами досліджень щодо: перспективних напрямів вирощування продукції рослинництва; якості, стандартизації та сертифікації продукції рослинництва; актуальних проблем інноваційної економіки в АПК, VR технологій в агропромисловості; інноваційних напрямів зберігання та переробки продукції рослинництва, харчових технологіях. Матеріали призначені для наукових співробітників, викладачів, студентів та здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії вищих навчальних закладів, фахівців і керівників сільськогосподарських та переробних підприємств АПК різної організаційно- правової форми, працівників державного управління, освіти та місцевого самоврядування, всіх, кого цікавить проблематика урожайності й якості продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування. Відповідальність за зміст поданих матеріалів, точність наведених даних і відповідність принципам академічної доброчесності несуть автори. Матеріали видані в авторській редакції.

Рекомендовано до друку Вченою радою Полтавського державного аграрного університету (протокол N 3 від 30.10.2024 року)

© Автори тез, включені до збірника, 2024

© Полтавський державний аграрний університет, 2024

## ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	3
<b>1. ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ ВИРОЩУВАННЯ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА</b>	
<i>Піщаленко М. А., Логвиненко В. В., Ковтун А. В., Леончик Д. В.</i>	12
ВПЛИВ АГРОПРИЙОМІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ СОЇ	
<i>Лісовий В. М., Лаєрinenко І. Г.</i>	15
ШЛЯХИ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ	
<i>Черненко Р. О.</i>	17
БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА АГРОТЕХНІЧНІ УМОВИ ВИРОЩУВАННЯ ГРЕЧКИ	
<i>Тихомирова Я. А.</i>	19
ВИБІР СОРТІВ СОЇ ТА ПІДВИЩЕННЯ ВРОЖАЙНОСТІ В УМОВАХ УКРАЇНИ	
<i>Біднина В. Ю., Короткова І. В.</i>	21
УРОЖАЙНІСТЬ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗА РІЗНИХ НОРМ АЗОТНИХ ДОБРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНГІБІТОРІВ НІТРИФІКАЦІЇ	
<i>Ляхно А. Ю., Короткова І. В.</i>	23
ЕФЕКТИВНІСТЬ ФОРМ АЗОТНИХ ДОБРІВ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ВРОЖАЙНОСТІ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ	
<i>Коробко О. О., Новікова Т. П., Гавриленко В. С.</i>	26
ШЛЯХИ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НУТУ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ	
<i>Муха Б. Г.</i>	28
ПРОДУКТИВНІСТЬ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО ЗА РІЗНИХ НОРМ ВИСІВУ	
<i>Гавриленко В. С., Коробко О. О., Білоножко В. Я.</i>	30
АЗОТНИЙ РЕЖИМ ҐРУНТУ У ПОСІВАХ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ГОЛОЗЕРНОГО ЗА РІЗНОГО УДОБРЕННЯ У ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ	
<i>Муха Б. Г.</i>	32
ЕКОЛОГІЧНІ МЕТОДИ БОРОТЬБИ ЗІ ШКІДНИКАМИ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР	
<i>Білоножко В. Я., Полторецький С. П., Ракул І. О.</i>	34
ЗАКОНОМІРНОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН	
<i>Філоненко С. В., Лисак В. М., Лаліашвілі Р. Л.</i>	36
ВПЛИВ РІСТСТИМУЛЮЮЧИХ ПРЕПАРАТІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ	
<i>Бараболя О. В., Панченко В. В.</i>	39
ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКІВ СІВБИ	

business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/11994-vyroshchuvannia-kukurudzy-v-ukraini-yaka-perspektyva.html.

2. Рослинництво України 2022 : статистичний збірник. Київ : Державна служба статистики, 2023. 183 с.

3. Врожай онлайн 2023. URL: <https://latifundist.com/urozhaj-online-2023>.

4. Полтавщина і Черкащина вийшли в лідери за посівними площами під кукурудзою. URL: <https://superagronom.com/news/17278-poltavschina-i-cherkaschina-viyshli-v-lideri-za-posivnimi-ploschami-pid-kukurudzoyu>.

5. Bhatt P. Response of sweet corn hybrid to varying plant densities and nitrogen levels. *African Journal of Agricultural research*. 2012. Vol. 7 (46). P. 6158–6166.

6. Технологія підживлення кукурудзи макро- і мікроелементами. URL: <https://www.agronom.com.ua/tehnologiya-pidzhylennya-kukurudzy-makro-i-mikroelementamy-yih-znachennya-ta-zastosuvannya-v-posivah-kukurudzy>.

7. Танчик С. П., Центилю Л. В. Особливості удобрення кукурудзи за її вирощування на чорноземі типовому в Лісостепу України. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2017. Вип. 269. С. 71–83.

8. Диченко О. Ю., Чайка Т. О. Основні технологічні аспекти вирощування кукурудзи. *Овочівництво України: історія, традиції, перспективи* : матеріали Міжнарод. наук.-практ. конф., присвяченої 95-річчю створення кафедри овочівництва (21–22 верес. 2017 р.) / Редкол.: О. І. Улянич (відп. ред.) та ін. Умань : ВПЦ «Візаві», 2017. С. 25–29.

9. Куценко О. М., Ляшенко В. В., Чайка Т. О., Кеда Л. Ю. Особливості росту, розвитку та формування продуктивності гібридів кукурудзи залежно від строку сівби. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 134. С. 79–88. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.134.12>

**Ляшенко Віктор Васильович**

канд. с.-г. наук, доцент  
ORCID ID: 0000-0003-0177-6209

**Нелюба Назар Анатолійович**

ЗВО СВО Магістр за ОПП

Еколого-економічне рослинництво

Полтавський державний аграрний університет

м. Полтава, Україна

## ЗНАЧЕННЯ ІНОКУЛЯЦІЇ У ВИРОЩУВАННІ СОЇ

Соя (*Glycine max* (L.) Merrill) є важливою бобовою культурою, яка вирощується в усьому світі, і на неї приходится майже 50 % світової площі вирощування бобових [1]. Це також одна з найбільш проданих бобових

культур у світі, на яку припадає понад 84,5 % проданих зернових бобових культур [2] через її поживну важливість як основного джерела рослинної олії та білка для їжі людей і тварин [3]. У більшості країн соєві боби служать джерелом їжі та харчових добавок для людей і як корм для худоби [4]. Таким чином, соя зробила значний внесок у здоров'я людини та соціально-економічний добробут малозабезпеченого сільського населення по всьому світу [5, 6]. Як і інші бобові, рослини сої відомі своєю високою азотфіксуючою здатністю [7], і вони сприяють утворенню азоту в ґрунті через біологічну азотфіксацію, деякі з яких можуть принести користь наступним культурам [8].

Однак вирощування сої не є традиційним видом рослинництва в Україні та набув свого розвитку з 2010 року, коли відбулись збільшення посівних площ і врожайність культури [9]. Наразі Україна входить у десятку найбільших виробників сої в світі, а прогноз врожаю у 2024 році становить рекордні 5,2 млн т, проти 4,7 млн т у 2023 році. При цьому обсяг експорту прогнозується на рівні 3,1–4,0 млн т за достатньо високих цін – 16,2–17,0 тис. грн/т СРТ [10, 11].

Основними споживачами української сої є країни ЄС, але вони вимагають не ГМО сорти за більшу ціну. Також доведено, що не ГМО соя дозволяє отримати більший врожай і менш затратна у вирощуванні. З урахуванням несприятливих погодних умов 2024 року в Україні середня врожайність становить 2,03 т/га з максимальний рівнем 3,0 т/га на Львівщині [11], тоді як у США цього року встановлений рекорд – 14,6 т/га [10].

Отже, за більш непередбачуваних погодних умов виробники мають інвестуватися в насіння та технології вирощування, які дозволять отримати стабільні та високі врожаї, протидіяти шкідникам і хворобам [11]. До одних з таких заходів відноситься інокуляція, яка сприяє підвищенню врожайності сої навіть за умов мінімальних опадів і змін клімату [12]. Також стан ґрунтів погіршується в наслідок порушення агротехніки вирощування та сівозмін, неконтрольного використання хімічних засобів захисту та добрив [13]. Інокуляція у більшості випадків призводить до підвищення врожайності зерна та концентрації білка на 40–60 % [14].

Інокуляція може бути двох видів – насіння та ґрунту. При інокуляції насіння бактерії наносяться на нього так, щоб вони лишалися життєздатними і засіялись на всі корені сої, що відростають. Інокуляція ґрунту здійснюється шляхом внесення гранул інокулянту за допомогою аплікатора гранул на сівалку. Однак, найбільш ефективно – поєднання обох видів інокуляції [14].

Експерти також відмічають, що подвійна інокуляція насіння (повною нормою в рідкій формі обробляється насіння одразу після протруєння, половиною норми в сухій формі – обробка насіння перед засипанням у бункер сівалки) дозволяє вирощувати сою за несприятливих кліматичних і ґрунтових умов: мінімальна кількість опадів; температура ґрунту перевищує

27 °C; наявність ерозії ґрунту; рН ґрунту більше 8,5; відсутність бобових культур на полі понад 3 роки тощо [12].

За результатами [15] визначено, що інокуляція насіння сприяє збільшенню врожайності сої за органічної технології вирощування на 12,4–16,1 % завдяки збільшенню кількості бобів (на 2,7–5,1 %) і насінин у бобі (на 4,5–8,7 %), а також маси 1000 насінин (на 4,5–4,7 %).

Таким чином, рекомендуються при вирощуванні сої здійснювати передпосівну інокуляцію насіння штамом активних бактерій, що сприятиме збільшенню індивідуальної продуктивності, врожайності й якості.

#### Список використаних джерел

- Herridge D. F., Peoples M. B., Boddey R. M. Global inputs of biological nitrogen fixation in agricultural systems. *Plant and Soil*. 2008. Vol. 311 (1–2), 1e18. <https://doi.org/10.1007/s11104-008-9668-3>
- Murage F. M., Mugwe J. N., Ngetich K. F., Mucheru-Muna M. M., Mugendi D. N. Adoption of soybean by smallholder farmers in the Central Highlands of Kenya. *African Journal of Agricultural Economics and Rural Development*. 2019. Vol. 7 (5). P. 1–12.
- Abou-Shanab R. A. I., Wongphatcharachai M., Sheaffer C. C., Orf J. C., Sadowsky M. J. Competition between introduced *Bradyrhizobium japonicum* strains and indigenous bradyrhizobia in Minnesota organic farming systems. *Symbiosis*. 2017. Vol. 73 (3). P. 155–163. <https://doi.org/10.1007/s13199-017-0505-4>
- Da Silva Júnior E. B., Favero V. O., Xavier G. R., Boddey R. M., Zilli J. E. Rhizobium inoculation of cowpea in Brazilian cerrado increases yields and nitrogen fixation. *Agronomy Journal*. 2018. Vol. 110 (2). P. 722–727. <https://doi.org/10.2134/agronj2017.04.0231>
- Maphosa Y., Jideani V. A. The role of legumes in human nutrition. In *Functional Food-Improve Health through Adequate Food* (pp. 104–121). London : Intec, 2017.
- Masciarelli O., Llanes A., Luna V. A new PGPR co-inoculated with *Bradyrhizobium japonicum* enhances soybean nodulation. *Microbiological Research*. 2014. Vol. 169 (7–8). P. 609–615. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2013.10.001>
- Abate T., Alene A. D., Bergvinson D., Shiferaw B., Silim S., Orr A. Asfaw S. Tropical grain legumes in Africa and South Asia: knowledge and opportunities, p. 116. Nairobi : ICRISAT, 2011.
- Ogoke I. J., Togun O. A., Carsky R. J., Dashiell K. E. Nitrogen fixation by soybean in the nigerian moist savanna: effects of maturity class and phosphorus fertilizer. *Tropicultura*. 2006. Vol. 24 (4). P. 193–199.
- Огляд українського ринку сої – 2022/23. URL: <http://shareuapotentia.com/ru/BE/ukrainian-soya-2023.html>.
- Несмачна М. Попри посуху в Україні є шанс зібрати рекордний урожай сої 5,7 млн тонн у 2024 році та досягти історичного максимуму. URL:

<https://superagronom.com/news/19421-ukrayina-vse-sche-moje-zibrati-rekordniy-urojay-soyi-u-2024-rotsi>.

11. Маковей Ю. Сезон сої 2024: огляд врожайності, цін та прогнозів. URL: <https://kurkul.com/spetsproekty/1642-sezon-soyi-2024-oglyad-vroжайnosti-tsin-ta-prognoziv>

12. Інокуляція підвищує врожайність сої при мінімальних опадах: експерти компанії Vitagro Partner. URL: [https://vitagro-partner.com.ua/press\\_release/jak-zibraty-vdalyi-vrozhai-soi](https://vitagro-partner.com.ua/press_release/jak-zibraty-vdalyi-vrozhai-soi).

13. Чайка Т. О. Екологічні наслідки традиційного сільського господарства. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2013. № 3. С. 95–99. <https://doi.org/10.31210/visnyk2013.03.18>

14. Inoculation of soybean seed. URL: <https://orgprints.org/id/eprint/39224/4/von-beesten-et-al-2019-inoculation-en.pdf>.

15. Чайка Т. О., Ляшенко В. В., Хоменко Б. С. Вплив інокуляції насіння на врожайність сої за органічної технології вирощування. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 133. С. 180–187. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.24>

Міністерство освіти і науки України

# СЕРТИФІКАТ

СС00493014/004700-24

засвідчує, що

**Нелюба Назар Анатолійович**

взяв (-ла) участь

у Міжнародній науково-практичній конференції  
**«Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних  
технологій вирощування»,**

яка відбулася 30 вересня 2024 року. Обсяг - 4 години.

**Ректор**

30.09.2024 р.



**Олександр ГАЛИЧ**

м. Полтава

## АНОТАЦІЯ

**Нелюба Н.А.** Ефективність застосування інокулянтів у технології вирощування сої.

Дипломна робота на здобуття СВО Магістр.

**Кваліфікація:** магістр з агрономії за ОПП Еколого-економічне рослинництво.

**Обсяг магістерської роботи:** 47 с., 8 табл., 3 рис., 2 додатки, 105 літературних джерел.

**Об'єкт досліджень:** процес формування врожайності й якості сої залежно від сорту та передпосівної інокуляції насіння за різних погодних умов.

**Мета роботи:** дослідити ефективність від застосування інокулянтів у технології вирощування сої в умовах Лісостепу.

**Результати та їх новизна:** вперше дослідним шляхом розглянуто функціонування симбіотичної системи рослин, формування продуктивності, врожайності й якості за передпосівної інокуляції насіння Оптимайз 200 і Ризобофіт сучасних сортів сої Королева та ГМАХ 8004 в польових умовах фермерського господарства Миргородського району Полтавської області.

**Основні наукові та практичні результати:** Доведено, що різні інокулянти (Оптимайз 200 і Ризобофіт), сортові особливості та погодні умови мали значний вплив на симбіотичні системи рослин, елементи продуктивності дослідних сортів сої, формування врожайності й якості зерна. Визначено, що найбільш врожайним є сучасний сорт сої Королева, який більш адаптований до вітчизняних погодних і кліматичних умов, ніж сорт ГМАХ 8004 італійської селекції. Виявлено, що передпосівна інокуляція позитивно впливає на врожайність, а отже й на економічну та господарську ефективність вирощування сої сучасних сортів. У результаті вирощування сої враховували потреби рослин у засвоєнні азоту й інших елементах живлення, захисті рослин від бур'янів, хвороб і шкідників залежно від погодних умов, сортових і ґрунтових особливостей, регулювались агротехнікою вирощування.

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

**Значення роботи та висновки:** пропонується проводити передпосівну інокуляцію насіння сої сорту Королева препаратом Ризобофіт з розрахунку 1 л/т в умовах Лісостепу.

**Перелік ключових слів:** інокуляція, азот, погодні умови, симбіотична система, продуктивність, врожайність, якість, економічна ефективність.