

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Факультет плодовоовочівництва, екології та захисту рослин
Кафедра біології

Допущено до захисту
«___» _____ 2024 року
Зав. кафедри, к.с.-г.н., доцент
_____ Лариса РОЗБОРСЬКА

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
магістра
ПЕРЕБІГ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ ЗА ДІЇ
БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ

Виконала: студентка 2 курсу, групи 21 м-б
спеціальності 091 Біологія та біохімія
Юлія ГАНАЙ

Керівник: Олександр ЗАБОЛОТНИЙ, кандидат
с.-г. наук, доцент

Умань – 2024

ЗМІСТ

Вступ

РОЗДІЛ 1. ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ
МІКРОБНОГО ПОХОДЖЕННЯ НА СОЇ (огляд літератури)

РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ОСНОВНИХ ОБЛІКІВ І
СПОСТЕРЕЖЕНЬ

2.1. Географічне місце проведення досліджень

2.2. Ґрунтові умови

2.3. Кліматичні умови

2.4. Характеристика особливостей об'єкту дослідження

2.5. Схема досліду

2.6. Методика проведення дослідження

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Формування симбіотичного апарату сої за дії біологічних препаратів

3.2. Вплив біологічних препаратів на формування асиміляційної поверхні рослин сої

3.3. Нагромадження надземної маси рослин сої за використання біологічних
препаратів

3.4. Формування пігментного комплексу рослин сої за дії біологічних препаратів

3.5 Формування продуктивності посівів сої за використання біологічних препаратів

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ ЗА
БАКТЕРИЗАЦІЇ НАСІННЯ МІКРОБНИМИ ПРЕПАРАТАМИ

ВИСНОВКИ

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ДОДАТКИ

ВСТУП

Найважливішою зерно-бобовою культурою у світі є соя, тому вирішення проблем дефіциту рослинного білка, як кормового так і харчового, без інтенсивного вирощування цієї культури неможливо. Зерно сої містить 35–55% білка, збалансованого за амінокислотним складом, 13–26% жирів, 25–30% вуглеводів, 5–7% клітковини, а також значну кількість ферментів, вітамінів та органічних речовин. Висока цінність сої визначається насамперед великим вмістом повноцінного білка, який за амінокислотним складом близький до білків тваринного походження.

Україна має величезні перспективи нарощування виробництва сої за наявності агрокліматичних ресурсів, розвитком селекції і насінництва, освоєння технології вирощування.

Актуальність кваліфікаційної роботи Серед факторів, що значною мірою впливають на ріст і розвиток рослин сої, важливе значення має передпосівна бактеризація насіння препаратами на основі бульбочкових бактерій. Вона є однією зі складових сучасних технологій вирощування культури, важливим елементом екологізації та енергозбереження. В останні роки світове аграрне виробництво все більше звертає увагу на застосування біологічних препаратів, які забезпечують позитивний ефект, зокрема через збереження стабільного рівня вмісту органічної речовини у ґрунті. За її розкладання та утворення складніших органічних речовин, зокрема гумусу, відповідають мікроорганізми, таким чином відбувається біологічне перетворення азоту з повітря в органічні азотовмісні сполуки [1].

Мета і завдання дослідження – встановити вплив передпосівної бактеризації насіння сої біологічними препаратами мікробного походження на формування продуктивності посівів залежно від виду і норми препаратів в умовах НВВ Уманського НУС.

Об'єкт дослідження – листкова поверхня, надземна маса, вміст фотосинтетичних пігментів, кількість та маса бульбочок, рівень продуктивності культури.

Предмет дослідження – сорт сої Муза, біологічні препарати Різолік, Ризоактив, Різофікс та Сігнум.

Наукова новизна дослідження – в умовах НВВ Уманського національного університету садівництва вперше досліджено вплив біологічних препаратів на формування листкової поверхні, надземної маси, пігментного комплексу, симбіотичного апарату сої та величину її зернової продуктивності.

Практична цінність дослідження – виконаними дослідженнями обгрунтовано вибір найбільш ефективного біологічного препарату, який зумовлює найбільш ефективний перебіг головних фізіологічних процесів у рослинах сої, формування оптимального симбіотичного апарату культури, та найвищої врожайності.

Апробація результатів досліджень. За темою даної кваліфікаційної роботи видано друковану працю у збірнику тез Всеукраїнської наукової інтернет-конференції «Сучасні проблеми біології в умовах змін клімату».

Заболотний О.І., Ганай Ю.В. Формування симбіотичного апарату сої за інокуляції насіння культури мікробними препаратами. *Матеріали Всеукраїнської наукової інтернет-конференції «Сучасні проблеми біології в умовах змін клімату»*. (18 червня 2024 р., м. Умань). Умань. 2024. С. 16–17. (додаток А 1).

РОЗДІЛ 1

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ МІКРОБНОГО ПОХОДЖЕННЯ НА СОЇ (огляд літератури)

За даними Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН України, застосування інокулянта на основі *Bradyrhizobium japonicum* у технології вирощування сої на різних фонах удобрення сприяло підвищенню продуктивності сої на 0,34–0,50 т/га, або 14–18% [2]. Інокуляція – це екологічно безпечна та економічно вигідна технологія азотфіксації, яка полягає в обробці насіння препаратом, що містить бульбочкові бактерії роду *Rhizobium*, які утворюють симбіоз із рослинами. Інокуляція впливає на формування симбіотичного апарату, сприяє підвищенню продуктивності рослин, поліпшенню якості продукції, зменшує пестицидне навантаження на навколишнє середовище [3–6].

Загалом інокуляція – це певна технологія азотфіксації, в основі якої лежить обробка препаратом, який містить бактерії роду *Rhizobium*. Вони в свою чергу впливають на утворення симбіотичного апарату, завдяки якому відбувається підвищення продуктивності, поліпшення якості та зменшується вплив хімікатів на навколишнє середовище [7–10].

Виробництво та впровадження інокулянтів є менш витратним, ніж мінеральних добрив. Водночас слід урахувати, що завдяки біологічній азотфіксації бульбочковими бактеріями у ґрунті під наступну культуру залишається 35–55 кг азоту [11]. Соя у середньому залишає близько 60–150 кг/га біологічного азоту (використовується наступними культурами на 90–100%, тоді як мінеральний – на 50–60%), 20–25 кг/га фосфору та 30–40 кг/га калію [12]. Інокуляція необхідна, якщо бобові культури не вирощувались на полі впродовж 2–3 років. Завдяки обробці

насіння сої перед сівбою бактеріальними препаратами, які виготовлені на основі штамів бульбочкових бактерій, під час вегетації на коренях рослин значно інтенсивніше утворюються бульбочки, через які і відбувається азотфіксація [13].

Застосування високоефективних штамів бульбочкових бактерій у симбіозі з сучасними сортами сої підвищує їх продуктивність на 10–30 % і збільшує вміст білка в зерні на 2–6 % [14]. Крім цього, засвоєний за допомогою бульбочкових бактерій і накопичений соєю азот позитивно впливає на продуктивність наступних культур сівозміни, дає змогу скоротити виробничі витрати на азотні добрива.

Відомо, що за урожайності 20 ц/га та використання препаратів на основі азотфіксувальних бактерій соя засвоює з повітря приблизно 100 кг N з розрахунку на 1 га та 50–60 кг – у пожнивних рештках [15].

Попри важливість цього питання в Україні тільки 10–15 %, а в окремі роки до 20 % насіння бобових культур, в основному сої, інокують препаратами на основі бульбочкових бактерій. В цілому, нині на ринку України представлений широкий спектр інокулянтів, як вітчизняного, так і іноземного виробництва. Вони випускаються у твердій і рідкій формах [16]. Найчастіше для твердих бактеріальних добрив, як субстрат, використовують торф або вермикуліт, а для кращого утримання його на насінні додають прилипач. Рідка форма інокулянту, зазвичай, має два компоненти – штам бульбочкових бактерій у рідкому живильному середовищі та суміш фізіологічно-активних речовин із макро- та мікроелементами [17].

Відомо, що максимальна реалізація потенціалу рослинно-мікробних взаємодій можлива лише при підборі комплементарних пар сорт рослини – штам мікроорганізмів [18–20]. Аналогічні питання для комплексного застосування біологічних препаратів різної функціональності ще недостатньо вивчені, а отже ці дослідження надзвичайно актуальні та спрямовані на удосконалення елементів біологізації технологій вирощування сої.

Дослідження А. О. Бабича та О. В. Рудика [21] з вивчення симбіотичних взаємовідносин сортів сої нового покоління з бульбочковими бактеріями *Bradyrhizobium japonicum* в умовах Лісостепу правобережного показало, що застосування передпосівної інокуляції насіння сприяло підвищенню врожайності сортів сої, при цьому вплив залежав від індивідуальних генетичних властивостей сортів. Так, приріст урожаю від застосування ризогуміну і оптімайзу склав 10 і 12 % відповідно.

В роботі В. П. Дерев'янського зі співавторами [22] встановлено, що сорти сої по різному реагують на штами бульбочкових бактерій. Рослини формували більшу кількість бобів, насіння, бульбочок на кореневій системі, площу листової поверхні, збільшувався вміст олії, протеїну. Встановлено, що в умовах західного Лісостепу насіння сортів сої Легенда й Анжеліка перед сівбою доцільно інокулювати штамом М-8. Застосування штаму 1К сприяє підвищенню продуктивності сортів Княжна і Хвиля а штам 2К – сортів Хуторяночка і Сіверка.

Дослідженнями Т.П. Шепілової [23] встановлено, що інокуляція насіння біопрепаратами забезпечила приріст чисельності бульбочок відносно необроблюваного контролю в обох сортів. У сорту Золушка вона зросла на 6,7–7,6 шт./рослину (13,3–15,1 %), а в сорту Ромашка – на 8,5–9,2 шт./рослину (15,7–16,9 %).

Кінцевим критерієм ефективності застосування передпосівної обробки насіння сої азотфіксуючими штамами бульбочкових бактерій є врожайність сої. Цей показник визначається індивідуальною насінневою продуктивністю бобової рослини. Попередніми дослідженнями також було встановлено, що мікробні препарати забезпечують підвищення врожайності за рахунок інтенсифікації процесів азотфіксації, фосформобілізації, продукування фітогормонів, збільшення ступеня засвоєння рослинами мінерального азоту. Врожайність сої сорту Золушка складала 16,2–17,6 т/га, Ромашка – 18,8–20,8 т/га. Застосування бактеріальних препаратів

сприяло істотному збільшенню цього показника. Так, у сорту Золушка приріст урожаю був на рівні 0,08–0,14 т/га, у сорту Ромашка – 0,14–0,20 т/га.

Іншими дослідженнями Т.П. Шепілової [24] встановлено, що висота і маса рослин сої залежала від сорту та інокуляції насіння. Так, у сорту Ромашка висота і сира маса рослин у фазі наливу насіння була більшою і становила в середньому 95,7 см та 66,2 г; у сорту Золушка – 84,3 см та 57,3 г відповідно. Бактеріальні препарати сприяли збільшенню вказаних показників. Зокрема, висота рослин під час наливу насіння у сорту Золушка зростала до контролю на 2,5–2,7 см, у сорту Ромашка – на 2,6–2,8 см; маса рослин – на 3,0–3,2 г та 2,7–3,3 г відповідно. Також встановлено, що біопрепарати Ризостим та Ризогумін сприяли суттєвому збільшенню кількості бульбочок з рослини. Так, у фазі наливу насіння вона зросла до контролю у сорту Золушка на 13,3–15,1 %, у сорту Ромашка – на 15,7–17,0 %.

За даними В.В Волкогона [25], Дослідження симбіотичних властивостей при дії різних біопрепаратів свідчить про позитивний вплив бактеризації на вірулентність бульбочкових бактерій. В усі фази органогенезу рослин відмічено достовірне збільшення кількості бульбочок у варіантах з інокуляцією мікробними препаратами. Утворення найбільшої кількості бульбочок забезпечували біопрепарат комплексної дії Ризогумін і стандартний препарат Ризоторфін в усі фази розвитку рослини. Так, у фазі цвітіння ці біопрепарати сприяли збільшенню кількості бульбочок у 1,4 і 1,3 рази відповідно порівняно з показниками контролю. Всі біопрепарати забезпечували достовірний приріст маси бульбочок порівняно з варіантом без інокуляції. Найбільшу масу бульбочок відмічено у варіанті з інокуляцією Ризогуміном в усі фази розвитку рослини.

Т.О. Хоменко з співавторами [25] встановили, що використання передпосівної обробки насіння сої біопрепаратами мікробного походження сприяє утворенню бульбочок на рослині. Так, маса бульбочок у фазу початок утворення стручків коливалася в межах 0,21–0,64 г за рівня на контролі 0,12, а у фазу наливу зерна

суттєво збільшувалась, але зберігалася тенденція кращого утворення бульбочок за обробки насіння біопрепаратами і коливалася від 1,34 до 2,52 г за рівня на контролі 1,3 г.

М.А. Бобро з співавторами [26] встановили позитивний вплив застосування біопрепаратів на формування бульбочок. Найбільше число та маса бульбочок утворювалось при сумісному застосуванні біопрепаратів і становили – 3,9 тис. шт. та 391 кг на га, що на 2,7 тис. шт. та 275 кг на га більше, ніж на контролі. Серед аналізовуваних бульбочок найбільш активні були на варіанті сумісного застосування біопрепаратів, їх можна було відрізнити по рожевому кольору.

Як відомо, важливим показником фотосинтетичної діяльності посіву є площа асиміляційної листкової поверхні. У проведених дослідженнях найвищі показники листкової поверхні сформували посіви сої у фазу цвітіння–налив бобів. Максимальну площу листя (39,0–40,0 тис.м² /га) мали посіви з насінням, обробленим штамами бульбочкових бактерій роду *Rhizobium* X9, 30, 46. Інокуляція насіння штамами бактерій 626а, 634б, М8 та Д2 формувала дещо меншу (37,5–38,6 тис. м² /га) площу листкової поверхні, але більшу порівняно з контролем на 13,3–16,6 % [27].

Також встановлено, що застосування штамів бульбочкових бактерій роду *Rhizobium* X9, 626а, 46 забезпечило кращі умови для азотфіксації та досить високу насіннєву продуктивність сої [28, 29]. Найвищу врожайність насіння сої (1,74 т/га) одержали на ділянках, де проводили передпосівну обробку насіння перспективним штамом бульбочкових бактерій 46. Дещо меншу врожайність (1,67–1,69 т/га) сформували посіви сої на ділянках, з інокуляцією штамами 30, X9 і 626а [26].

Інші дослідження із застосуванням мікробних препаратів показали, що біопрепарати на основі азотфіксуючих та фосфатмобілізуєчих бактерій можуть суттєво підвищити продуктивність сої. Так, урожайність зерна сої на контролі (сорт Естафета, обробка насіння водою) становила 2,14 т/га. Проте це був не кращий

показник і серед досліджуваних сортів на варіанті без застосування біопрепаратів максимальною урожайністю була на рівні 2,59 т/га у сої сорту Сузір'я. Бактеризація насіння Ризобофітом сприяла зростанню показника урожайності зерна у сорту Естафета на 0,04 т/га порівняно із контролем, але кращий рівень урожайності зерна на цьому варіанті був відзначений у сорту сої Сузір'я і становив 2,86 т/га, що було на 0,27 т/га більше, ніж на контролі. Найвищі показники урожайності в досліді забезпечувала обробка насіння сої Ризобофітом, Фосфоентерином та Біополіцидом. Так, урожайність сої сорту Естафета становила 2,21 т/га і була на 0,07 т/га більшою, порівняно із варіантом контролю. Максимальна урожайність при зазначеній обробці насіння була у сої сортів Сузір'я та Даная і становила відповідно 2,95 та 2,93 т/га [30].

За іншими даними, обробка насіння сої мікробними препаратами що містять високоактивний штам симбіотичних азотфіксуючих бактерій (*Bradyrhizobium Japonicum* 71Т) продуктивність культури збільшувалася на 0,17 – 0,23 т/га залежно від ширини міжрядь [31].

Інститутом кормів та сільського господарства Поділля НААН виявлено, що передпосівна обробка насіння сої забезпечила приріст урожайності культури до 28,2% [32]. Препарат Ризоторфін сприяє отриманню прибавки врожаю культури у розмірі 0,12–0,19 т/га за урожайності на контрольному варіанті дослід у 1,88 т/га [33].

Іншими дослідженнями встановлено, що бактеріальні препарати на основі штамів *Bradyrhizobium Japonicum* 634–Б, 71–Т, Х–2 та № 36 забезпечували зернову продуктивність сої на рівні 2,36–2,43 т/га що перевищувало контроль на 10,3–13,6 % [34].

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ОСНОВНИХ ОБЛІКІВ І СПОСТЕРЕЖЕНЬ

2.4. Характеристику особливостей об'єкту дослідження

Медея (Medeia) – це високоврожайний (потенціал врожайності становить 2,8–3,5 т/га) ранньостиглий сорт, для класичної технології вирощування. Сорт відноситься до дуже скоростиглих (вегетаційний період – 85–95 днів). Повна стиглість настає у третій декаді серпня, тому його вважають добрим попередником для озимих культур. Вирощується на харчові, кормові цілі, а також на посівний матеріал. У насінні міститься 38–40% сирого протеїну, 23–24% жиру.

Сорт надзвичайно пластичний, проявляє стійкість до посухи, осипання, вилягання. Рослини сорту Медея високорослі і сягають 80–120 см. Стебло і боби мають інтенсивне опушення рудого кольору. Квіти слабо фіолетового кольору, насіння світло-жовте. Форма насіння овальна. Боби добре озернені. 1 тисяча насінин сої сорту Медея важать 160–220 г [35].

Різолік (Risoliq) – мікробний препарат, містить високоефективні азотфіксуючі бульбочкові бактерії (*Bradyrhizobium japonicum*), які дозволяють ранньо утворювати бульбочки на коріннях сої та покращувати фіксацію азоту. Також інокулянт Risoliq можна використовувати для обробки сої, яка була попередньо оброблена фунгіцидом або інсектицидом. Титр життєздатних клітин мікроорганізмів – не менше $4 \cdot 10^9$ КУО/мл. Призначений для передпосівної обробки насіння різних бобових культур, що забезпечує утворення симбіотичних зв'язків коренів рослини та бактерій для покращення азотного живлення за рахунок біологічної фіксації атмосферного азоту. Бульбочкові бактерії, що входять до складу препарату вступають в симбіоз з відповідними бобовими рослинами, здійснюючи процес фіксації молекулярного азоту, переводячи його у амонійну форму, доступну для рослин [36].

Ризоактив – інокулянт, складається з живих клітин бактерій *Bradyrhizobium japonicum* eko/001, *Bradyrhizobium japonicum* eko/002, *Bradyrhizobium japonicum* eko/003. Титр життєздатних клітин не менше $4-6 \cdot 10^9$ КУО/мл. Призначений для інокуляції насіння сої. Бульбочкові бактерії, які є біоагентами препарату, вступають у симбіотичні відносини з кореневою системою сої. Завдяки роботі фермента нітрогенази бактерії фіксують атмосферний азот та сприяють його надходженню в рослинний організм у доступній для засвоєння формі. Біоагенти препарату характеризуються підвищеним хемотаксисом до корневих ексудатів широкого спектру сучасних сортів сої, що важливо на початку симбіозу; синтезом екзополісахаридів для надійної взаємодії з коренями рослин; конкурентоздатністю та вірулентністю; високою нітрогеназною активністю, є «сильними азотфіксаторами»; синергічними ефектами один з одним, гарантуючи стабільну та ефективну дію препарату [37].

Різофікс – високоякісний сухий інокулянт для сої, який містить щонайменше $4 \cdot 10^9$ /г живих клітин бактерій роду *Bradyrhizobium*. Препарат ініціює масове

утворення продуктивних азотфіксуючих бульбочок вже на початкових етапах розвитку рослин [38].

Сігнум (Signum bio-inductor) – унікальний інокулянт препарат для передпосівної обробки насіння сої з титром живих бактерій *Bradyrhizobium japonicum* $1 \cdot 10^{10}$ в 1 мл. Гарантує закріплення, додатковий захист та підтримку життєдіяльності бактерій на обробленому насінні [39].

2.5. Схема досліду

Закладання польового досліду відбувалося в умовах дослідних ділянок кафедри біології Уманського НУС у 2024 році, варіанти було розміщено методом систематичних повторень (табл. 2.2, рис. 2.1).

Таблиця 2.2

Схема досліду

Сорт сої	Варіант досліду
Медея	Обробка насіння водою (контроль)
	Різолік – 3,0 л/т
	Ризоактив – 1,0 л/т
	Різофікс – 4,0 кг/т
	Сігнум – 3,0 л/т

І повторність					II повторність					III повторність				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

Рис. 2.1. Схема розміщення дослідних ділянок

Агротехніка вирощування сої була загальноприйнятою для регіону досліджень. Насіння сої до сівби інокулювали бактеріальними суспензіями

біологічних препаратів мікробного походження відповідно до схеми досліду (табл. 2.1.).

Загальна кількість ділянок у досліді – 15 (5 варіантів по 3 повторності). Загальна площа кожної дослідної ділянки складає 30 м², облікової – 10 м².

2.6. Методика проведення дослідження

Обліки та спостереження було виконано відповідно наступним методикам:

1. Формування листкового апарату – методом висічок [40].
2. Формування надземної біомаси – гравіметричним методом [40].
3. Формування пігментного комплексу – за допомогою фотоелектроколориметра [40].
4. Загальна чисельність і маса бульбочок *Bradyrhizobium japonicum* досліджували за методикою, викладеною В.В. Волкогоном та ін. [41].
5. Продуктивність сої – у відповідно до загальноприйнятих методик [40].
6. Показники економічної ефективності вирощування сої при застосуванні біопрепаратів визначали за допомогою технологічних карт, користуючись цінами 2024 року (дод. А2).
7. Статистичну обробку даних виконували на ПК, користуючись програмами Excel (дод. А3).

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Формування симбіотичного апарату сої за дії біологічних препаратів

Як відомо, одним із основних критеріїв в оцінці ефективності впливу мікробних препаратів, основою яких є ризобій, є утворення на кореневій системі бульбочкових бактерій.

Аналіз отриманих експериментальних даних показує, що досліджувані біологічні препарати мікробного походження мають істотний вплив на нодуляційну активність сої.

Слід зазначити, що за інокуляції насіння культури препаратом Різолік відмічено тенденцію до збільшення кількості бульбочок проти з контрольного варіанту (зі спонтанною інокуляцією) на 8 шт./рослину, тоді як їх маси – на 0,18 г./рослину (табл. 3.1).

Таблиця 3.1. Кількість та маса бульбочкових бактерій за інокуляції насіння сої мікробними препаратами, фаза цвітіння культури, 2024 р.

Варіант досліджу	Кількість бульбочок, шт./рослину	Маса бульбочок, г/рослину
Обробка насіння водою (контроль)	23	0,73
Різолік	31	0,91
Ризоактив	36	1,06
Різофікс	40	1,12
Сігнум	41	1,15

Більш ефективним стосовно формування нодуляційного апарату була передпосівна обробка насіння препаратом Ризоактив. Тут кількість бульбочок зростала проти контролю на 13 шт./рослину, тоді як їх маса – на 0,33 г./рослину.

Більш розвинений симбіотичний апарат відмічено у разі бактеризації насіння культури Різофікосм, що забезпечив зростання кількості бульбочок проти контролю на 17 шт./рослину, а їх маси – на 0,39 г./рослину.

Найбільш ефективним щодо формування кількості та маси бульбочкових бактерій виявився варіант досліду із інокуляцією насіння культури препаратом Сігнум, що забезпечило формування бульбочок на 18 шт./рослину більше ніж у контролі, а їх маса перевищувала контроль на 0,42 г./рослину.

Отже, досліджувані біологічні препарати мікробного походження у разі передпосівної інокуляції насіння сої забезпечують активізацію формування симбіотичного комплексу культури, що виявляється у зростанні кількості та маси бульбочок порівняно з контрольним варіантом досліду. Найбільш ефективним виявилось застосування препарату Сігнум.

3.2. Вплив біологічних препаратів на формування асиміляційної поверхні рослин сої

Наведений вище огляд літератури продемонстрував, що застосування препаратів бульбочкових бактерій істотно впливає на зростання активності симбіотичного апарату сої та підвищення її продуктивності. Покращення цих показників неможливе без активізації ряду інших процесів, зокрема, формування асиміляційної поверхні культури.

Виконаними дослідженням встановлено, що досліджувані мікробні препарати на основі штамів бульбочкових бактерій (*Bradyrhizobium japonicum*) мали позитивний вплив на формування розмірів листової поверхні сої (табл. 3.2).

Таблиця 3.2. Площа листкової поверхні сої за інокуляції насіння мікробними препаратами, фаза цвітіння культури, 2024 р.

Варіант досліджу	Площа листя, тис. м ² /га	До контролю, %
Обробка насіння водою (контроль)	23,5	100
Різолік	28,3	120
Ризоактив	28,9	123
Різофікс	29,5	126
Сігнум	30,3	128

Зокрема, передпосівна бактеризація насіння сої мікробним препаратом Різолік забезпечила збільшення розмірів листкової поверхні у порівнянні з контролем на 20%. Дещо більш ефективним виявило себе застосування препарату Ризоактив, що сприяло приросту розмірів асиміляційної поверхні у порівнянні з контролем на 23%, що також на 3% перевищувало попередній варіант досліджу.

Бактеризація насіння Різофіксом сприяла подальшому наростанню розмірів листкового апарату культури, і у цьому варіанті досліджу асиміляційна поверхня, порівняно з контролем, зросла на 26%.

Найбільші розміри листкової поверхні відмічено у разі застосування з метою передпосівної обробки насіння препарату на основі бульбочкових бактерій Сігнум. У цьому варіанті дослід асиміляційна поверхня сої перевищувала дані контрольного варіанту, де мікробні препарати не використовувалися, на 28%.

Отримання найвищих значень досліджуваного показника, очевидно, забезпечено найвищою концентрацією клітин бульбочкових бактерій у препараті Сігнум, що перевищувало інші дослідні препарати.

Отже, отримані результати досліджень свідчать про позитивний вплив досліджуваних препаратів на основі бульбочкових бактерій на формування

листової поверхні рослин сої, особливо у разі обробки насіння Сігнумом, де площа листя зросла проти контролю на 28%.

3.3. Нагромадження надземної маси рослин сої за використання біологічних препаратів

Іншим не менш важливим показником ростових процесів рослинного організму є динаміка нагромадження надземної маси рослин. Встановлено, що даний показник, як і розміри листової поверхні, мав тенденцію до зростання за передпосівної обробки насіння сої мікробними препаратами на основі штамів бульбочкових бактерій. Величина показника також залежала від титру життєздатних бактерій у 1 мл препарату.

Так, зокрема, у фазі цвітіння за передпосівної обробки насіння сої препаратом Різолік надземна маса рослин сої зросла проти контролю на 18%, тоді як за використання Ризоактиву – на 23% (табл. 3.3).

Таблиця 3.3. Надземна маса рослин сої за інокуляції насіння мікробними препаратами, 2024 р.

Варіант досліджу	Фаза цвітіння		Фаза наливу бобів	
	маса, г/рослину	до контролю, %	маса, г/рослину	до контролю, %
Обробка насіння водою (контроль)	40,2	100	55,6	100
Різолік	47,3	118	66,3	119
Ризоактив	49,5	123	69,4	125
Різофікс	51,0	127	72,0	129
Сігнум	52,3	133	73,6	133

Обробка насіння перед посівом мікробним препаратом Різофікс сприяла збільшенню ваги рослин на 27% порівняно з контрольним варіантом. Як і у випадку з визначенням листової поверхні, найвищі значення надземної маси рослин спостерігалися у разі бактеризації насіння препаратом Сігнум, де досліджуваний показник зріс проти контролю на 33%.

Схожа тенденція спостерігалася і за повторного визначення надземної міси рослин у фазі наливу бобів. Так, за обробки насіння Різоліком маса 1 рослини перевищувала контроль на 19%, за використання Ризоактиву – на 25% та за бактеризації Різофіксом – на 29%. Як і у попередню фазу, найбільші значення надземної маси відмічено у разі обробки насіння препаратом Сігнум, де маса рослин зросла проти контролю на 33%.

Отже, передпосівна бактеризація насіння сої мікробними препаратами, що містять штами бульбочкових бактерій, позитивно впливає на динаміку наростання надземної маси рослин культури. Очевидно, це відбувається за рахунок того, що у ґрунті починає накопичуватися більша кількість доступного для рослин азоту, чому власне і сприяють дані азотфіксувальні мікроорганізми. Найвищі значення досліджуваного показника спостерігалися у разі обробки насіння препаратом Сігнум, де маса рослин зросла у порівнянні з контролем на 33%.

3.4. Формування пігментного комплексу рослин сої за дії біологічних препаратів

Відомо, що урожайність сільськогосподарських культур істотно залежить від ефективності фотосинтетичної діяльності посівів. Інтенсивність фотосинтетичних процесів у рослинах визначається кількістю синтезованих у хлоропластах пігментів, що беруть безпосередню участь у виробництві енергії для росту й розвитку рослин. Найважливішими фотосинтетичними пігментами є хлорофіли, а тому позитивна кореляція між їх вмістом у листках і фотосинтезом призводить до

росту продуктивності рослин. Вміст і співвідношення пластидних пігментів є ґрунтовним показником фізіологічного стану рослин, індикатором захисних і адаптивних можливостей рослинного організму та потенційної продуктивності культури.

Дослідженнями встановлено, що у фізі цвітіння культури за передпосівної обробки насіння сої препаратом Різолік вміст хлорофілу *a* зростав проти контрольного варіанту досліду на 0,30 мг/г сирої речовини, хлорофілу *b* – на 0,03 мг/г сирої речовини, їх сума перевищувала контрольні значення на 0,33 мг/г сирої речовини. Вміст каротиноїдів також зростав у порівнянні з контролем – на 0,06 мг/г сирої речовини (табл. 3.4).

Таблиця 3.4. Вміст пігментів у листках сої за інокуляції насіння мікробними препаратами у фазі цвітіння, 2024 р.

Варіант досліду	мг/г сирої речовини			
	Хлорофіл <i>a</i>	Хлорофіл <i>b</i>	Сума хлорофілів (<i>a+b</i>)	Каротиноїди
Обробка насіння водою (контроль)	2,13	0,77	2,90	0,44
Різолік	2,43	0,80	3,23	0,50
Ризоактив	2,50	0,84	3,34	0,52
Різофікс	2,55	0,85	3,40	0,55
Сігнум	2,60	0,86	3,46	0,57

Дещо більший вміст фотосинтетичних пігментів відмічено за обробки насіння Ризоактивом. Тут вміст хлорофілу *a*, хлорофілу *b* та їх суми перевищував контроль

відповідно на 0,37; 0,07 та 0,44 мг/г сирої речовини, а вміст каротиноїдів – на 0,08 мг/г сирої речовини.

За використання з метою обробки насіння перед посівом Різофіксу вміст даних пігментів перевищував значення контрольного варіанту дослідів відповідно на 0,42; 0,08; 0,50 та 0,11 мг/г сирої речовини.

Найвищий вміст фотосинтетичних пігментів серед усіх варіантів дослідів відмічено у разі обробки насіння сої препаратом Сігнум. Тут вміст хлорофілу *a* перевищив значення контролю на 0,47 мг/г сирої речовини, хлорофілу *b* – на 0,09 мг/г сирої речовини, а їх сума – на 0,56 мг/г сирої речовини. Вміст каротиноїдів зріс на 0,13 мг/г сирої речовини.

Отже, передпосівна бактеризація насіння сої мікробними препаратами на основі штамів бульбочкових бактерій забезпечує зростання вмісту фотосинтетичних пігментів. Найбільш активним впливом характеризується варіант дослідів із використанням Сігнуму.

3.5 Формування продуктивності посівів сої за використання біологічних препаратів

Величина зернової продуктивності та розмір отриманої прибавки врожаю, отриманої внаслідок застосування того чи іншого препарату або запровадження якогось агрозаходу, найбільш повно характеризує його ефективність.

Проведеними дослідженнями встановлено, що бактеризація насіння перед посівом Різоліком забезпечила отримання прибавки врожаю насіння сої у розмірі 0,15 т/га, що перевищувало контроль на 8% (табл. 3.5).

Прибавку зерна сої у розмірі 21 т/га, що на 11% перевищувала контроль, отримано за передпосівної бактеризації насіння культури препаратом Ризоактив. Обробка насіння Різофіксом забезпечила зростання насінневої продуктивності сої

Таблиця 3.5. Урожайність сої за інокуляції насіння сої мікробними препаратами, фаза цвітіння культури, 2024 р.

Варіант досліджу	Урожайність, т/га	Прибавка врожаю, т/га	До контролю, %
Обробка насіння водою (контроль)	2,00	0,0	100
Різолік	2,15	0,15	108
Ризоактив	2,21	0,21	111
Різофікс	2,32	0,32	116
Сігнум	2,39	0,39	120
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,07</i>		

порівняно з контролем на 0,32 т/га, або на 16%.

Найбільший розмір прибавки врожаю, що на 0,39 т/га тобто на 20% перевищувало дані контрольного варіанту, отримано за обробки насіння перед посівом препаратом Сігнум. Отримані прибавки врожаю є достовірними за $НІР_{05} = 0,07$ т/га.

Отже, застосування досліджуваних мікробних препаратів на основі штамів бульбочкових бактерій за рахунок більш активному формуванню симбіотичного апарату сої, наростання фотосинтетичної поверхні рослин, активному нагромадженню надземної маси та фотосинтетичних пігментів забезпечують отримання істотної прибавки врожаю зерна культури. Найбільший приріст врожайності отримано за обробки насіння Сігнумом, де приріст врожайності склав 0,39 т/га, що є достовірними при $НІР_{05} = 0,07$ т/га.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ ЗА БАКТЕРИЗАЦІЇ НАСІННЯ МІКРОБНИМИ ПРЕПАРАТАМИ

Показники економічної ефективності є остаточним показником, який вказує на доцільність чи недоцільність застосування того чи іншого агрозаходу, в тому числі й передпосівної бактеризації насіння сої мікробними препаратами на основі бульбочкових бактерій.

Виконаний аналіз отриманих показників економічної ефективності вирощування сої при застосуванні різних препаратів, що містять штами *Bradyrhizobium japonicum*, демонструє, що у дослідних варіантах отримано результати, що за економічним рівнем перевищують контрольний варіант, однак також вони різняться і між собою.

Так, зокрема, у разі передпосівної бактеризації насіння сої препаратом Різолік було отримано 0,15 т/га прибавки зернової продуктивності, що забезпечило отримання додаткових коштів у розмірі 2700 грн/га. Це сприяло зростанню рівня рентабельності вирощування культури до 78% проти 71,2% у контролі. Собівартість 1 т продукції знизилася до 10111,2 грн проти 10517,0 грн у контролі. Окупність додаткових витрат у цьому варіанті дослідів складала 3,8 рази (табл. 4.1).

За обробки насіння Ризоактивом і прибавки врожаю у 0,21 т/га додаткові надходження сягли 3780 грн/га за рівня собівартості продукції у 9702,7 грн/т (10517,0 грн/т у контролі). Рівень рентабельності тут зріс до 85,5% за окупності додаткових витрат у 9,2 рази.

Застосування з метою передпосівної бактеризації насіння Ризофітксу забезпечило надходження додаткових коштів у розмірі 5760 грн/га за рівня рентабельності у 91,6%. Собівартість продукції також знижувалася як проти

Таблиця 4.1. Економічна ефективність вирощування сої за передпосівної обробки насіння мікробними препаратами, 2024 р.

Варіант досліджу	Урожайність, т/га	Прибавка врожаю, т/га	Загальні витрати на вирощування культури, грн./га	В т.ч. додаткові, грн./га	Вартість продукції за ціною реалізації, грн./га	В т.ч. додаткової, грн./га	Умовно-чистий прибуток з 1 га, грн	Собівартість 1 т продукції, грн.	Рівень рентабельності, %	Окупність додаткових витрат, рази.
Обробка насіння водою (контроль)	2,00	0	21034	0	36000	0	14966	10517,0	71,2	0,0
Різолік	2,15	0,15	21739	705	38700	2700	16961	10111,2	78,0	3,8
Ризоактив	2,21	0,21	21443	409	39780	3780	18337	9702,7	85,5	9,2
Різофікс	2,32	0,32	21790	756	41760	5760	19970	9392,2	91,6	7,6
Сігнум	2,39	0,39	21751	717	43020	7020	21269	9100,8	97,8	9,8

контролю, так і проти попередніх варіантів дослідів і становила 9392,2%. Однак, через дещо вищу вартість препарату порівняно з іншими, окупність додаткових витрат проти варіанту Ризоактив знизилася і складала 7,6 рази.

Найвищі показники економічної ефективності вирощування культури відмічено у разі обробки насіння препаратом Сігнум. Тут, завдяки отриманню 0,39 т/га прибавки врожаю, додаткові грошові надходження становили 7020 грн/на за найнижчого рівня собівартості продукції у 9100,8 грн/т. рівень рентабельності перевищував усі варіанти дослідів – 97,85 за окупності додаткових витрат у 9,8 рази.

Отже, передпосівна обробка насіння сої мікробними препаратами на основі штамів *Bradyrhizobium japonicum* дозволяє отримати високі показники економічної ефективності вирощування культури, порівнюючи з контрольним варіантом дослідів. Найбільш ефективним у цьому плані було застосування мікробного препарату Сігнум, який забезпечив окупність додаткових витрат на застосування у 9,8 рази за рівня рентабельності на рівні 97,8%.

ВИСНОВКИ

1. Передпосівна бактеризація насіння сої біологічними препаратами мікробного походження позитивно впливає на формування бобово-ризобіального комплексу, що відображається у збільшенні кількості та маси бульбочок на одну рослину. Найбільш ефективною виявилася передпосівна обробка насіння препаратом Сігнум, де кількість бульбочок порівняно з контролем зросла на 18 шт./рослину, а їх маса – 0,42 г./рослину.
2. Аналіз отриманих результативних даних свідчить про позитивний вплив досліджуваних мікробних препаратів на основі бульбочкових бактерій на формування фотосинтетичної поверхні рослин сої, особливо у разі обробки насіння Сігнутом, за умов якої площа листя зросла проти контролю без застосування біологічних препаратів на 28%.
3. Передпосівна бактеризація насіння сої мікробними препаратами, що містять штами бульбочкових бактерій, позитивно впливає на динаміку наростання надземної маси рослин культури. Найвищі значення досліджуваного показника спостерігалися у разі обробки насіння препаратом Сігнум, де маса рослин зросла у порівнянні з контролем на 33%.
4. Найвищий вміст фотосинтетичних пігментів серед усіх варіантів досліду забезпечує також обробка насіння сої препаратом Сігнум. Тут вміст хлорофілу *a* перевищив значення контролю на 0,47 мг/г сирої речовини, хлорофілу *b* – на 0,09 мг/г сирої речовини, а їх сума – на 0,56 мг/г сирої речовини. Вміст каротиноїдів зріс на 0,13 мг/г сирої речовини.
5. Застосування досліджуваних мікробних препаратів на основі штамів бульбочкових бактерій за рахунок більш активному формуванню симбіотичного апарату сої, наростання фотосинтетичної поверхні рослин, активному нагромадженню надземної маси та фотосинтетичних пігментів

забезпечують отримання істотної прибавки врожаю зерна культури. Найбільший приріст врожайності отримано за обробки насіння Сігнумом, де приріст врожайності склав 0,39 т/га, що є достовірними при $HP_{05} = 0,07$ т/га.

6. Передпосівна обробка насіння сої мікробними препаратами на основі штамів *Bradyrhizobium japonicum* дозволяє отримати високі показники економічної ефективності вирощування культури, порівнюючи з контрольним варіантом досліду. Найбільш ефективним у цьому плані було застосування мікробного препарату Сігнум, який забезпечив окупність додаткових витрат на застосування у 9,8 рази за рівня рентабельності на рівні 97,8%.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

На основі результатів проведених досліджень виробництву рекомендується з метою активізації основних мікробіологічних процесів у ґрунті та фізіологічних – у рослинах сої, що сприяє зростанню урожайності культури та формуванню високих показників економічної ефективності, проводити передпосівну бактеризацію насіння мікробіологічним препаратом Сігнум у нормі 3,0 л/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бабич А.А., Бабич-Побережна А. Соя – стратегічна культура світового землеробства XXI століття. *Пропозиція*. 2016. № 6. С. 44–46.
2. Козар С.Ф. Міграція сполук біогенних елементів за використання комплексних інокулянтів для сої. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2016. Вип. 24. С. 24–28.
3. Волкогон В.В., Штанько Н.Т., Сальник В.П. Ефективність нового біологічного препарату ризогумін для сої. *Селекція і насінництво*. 2005. № 90. С. 254–260.
4. Овчарук О.В., Овчарук О.В., Хоміна В.Я., Каленська С.М. Агроекологічні особливості вирощування сої: *матеріали наукової інтернет конференції*, 15 травня 2018 р. С. 134–136.
5. Панасюк О.Я., Панасюк Р.М. Інокуляція насіння як основний чинник підвищення врожайності зерна сої та родючості ґрунту. *Актуальні проблеми агрохімії та ґрунтознавства: матеріали міжнар. наук.-практ. інтер.-конф.*, м. Львів, 18 – 19 лютого 2016 р.). Львів, 2016. С. 299–303.
6. Шепілова Т. П. Вплив мінеральних добрив та бактеріальних препаратів на ріст і розвиток рослин сої. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2011. Вип. 10. С. 274–279.
7. Кобак С.Я. Ефективність застосування біологічних фунгіцидів у системі захисту сої. *Корми і кормовиробництво*. 2017. Вип. 83. С. 67–72.
8. Заєць С.О., Нетіс В.І. Ефективність застосування біостимуляторів та їх комплексів з мікроелементами на посівах сої в умовах зрошення. *Зрошуване землеробство*. 2016. Вип. 66. С. 60–62.
9. Кабанець В.М., Собко М.Г., Мурач О.М. Функціонування симбіозу «*Jaropisum* – соя» і врожайність сої за впливу ризогуміну та фізіологічно активних речовин. *Корми і кормовиробництво*. 2017. Вип. 83. С. 58–66.

10. Ткаченко Л. Ю., Рудавська Н. М., Тимчишин О. Ф., Коник Г. С., Стасів О. О. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність сої. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2024. Вип. 75 (2). С. 138–146.
11. Патица В.П., Коць С.Я., Волкогон В.В. Біологічний азот. К.: Світ, 2003. 424 с.
12. Лихочвор В.В., Щербачук В.М., Панасюк Р.М., Панасюк О.В. Вплив удобрення на формування фотосинтетичної та зернової продуктивності сої в умовах Західного Лісостепу. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2016. Вип. 60. С. 88–96.
13. Бабич А.О. Соя для здоров'я і життя на планеті Земля. К.: Аграрна наука, 1998. 272 с.
14. Моргун В., Коць С. Бактеризація посівного матеріалу бобових. *Пропозиція*. 2007. № 2. С. 40–41.
15. Дідора В.Г., Ступніцька О.С., Дідора Л.Г. Ефективність симбіотичної діяльності посівів сої в умовах Полісся України. *Вісник аграрної науки*. 2015. №8. С. 56–60.
16. Сюмка А. Препарати інокулянтів для сучасних аграрних технологій. *Пропозиція*. 2015. № 1. С. 71.
17. Бахмат М. І., Бахмат О. М. Формування сортової врожайності сої в умовах Лісостепу Західного. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 73. С. 138–144.
18. Білявська Л.Г., Білявський Ю.В. Взаємодія сучасних сортів сої з біопрепаратами комплексної дії та її вплив на урожайність. *Мікробіол. журн.*, 2016, Т. 78, № 3. С. 61–68.
19. Волкогон В.В., Заришняк А.С., Гриник І.В. Методологія і практика використання мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур. К.: Аграрна наука, 2011. 156 с.
20. Шерстобоева О.В., Вага Л.І. Біорізноманіття та антагоністична активність бактерій роду *Azotobacter* у ґрунтах Лісостепу України. *Агроекологічний журнал*. 2012. № 1. С. 61–63.

21. Бабич А. О., Рудик О. В. Вплив інокуляції на урожайність сортів сої. *Корми і кормовиробництво*. 2015. Вип. 81. С. 3–7.
22. Дерев'янський В.П., Ковальчук Н.В., Паюк Н.О., Рудюк Т.Д. Вплив сидеральних добрив, інокуляції насіння та обприскування посівів на продуктивність сортів сої. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 77. С. 159–166.
23. Шепілова Т.П. Вплив біопрепаратів на продуктивність сої у Північному Степу України. *Збірник наукових праць УНУС*. 2019. Вип. 94. Ч. 1. С. 255–264.
24. Шепілова Т.П. Вплив біопрепаратів на продуктивність сої в степу України. *Матеріали Конференції «Сучасний стан науки в сільському господарстві та природокористуванні: теорія і практика»* (20 листопада 2020 р.). 2020. С. 210–212.
25. Волкогон В.В., Комок М.С. Ефективність симбіозу бульбочкових бактерій з рослинами сої. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2010. № 39. С. 89–93.
26. Бобро М.А., Огурцов Є.М., Міхєєв В.Г. Урожайність сої залежно від застосування біологічних препаратів. *Корми і кормовиробництво*. 2006. Вип. 58. С. 231–236.
27. Хоменко Т.О., Дацько А.О., Косолап М.П. Обробка насіння біопрепаратами – перспективний напрямок вдосконалення елементів технології вирощування сої. С. 292–296.
28. Крамарьов С.М., Артеменко С.Ф. Вплив інокуляції насіння сої бактеріальними препаратами на продуктивність її агроценозів в умовах північної частини степової зони України. *Вісник ДДАЕУ*. 2016. №4(42). С. 72–75.

29. Колісник С.І., Венедіктов О.М., Петриченко Н.М. Ефективність застосування різних штамів бактеріальних препаратів при вирощуванні сої. *Корми і кормовиробництво*. 2003. Вип. 51. С. 122–125.
30. Нагорний В.І., Романько Ю.О. Особливості застосування бактеріальних та мінеральних добрив у посівах сої. *Вісник Сумського НАУ*. 2007. Вип. 14–15. С. 61–67.
31. Чинчик О.С., Оліфірович С.Й., Оліфірович В.О., Кравченко В.С. Застосування мікробних препаратів у технології вирощування зернобобових культур. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2019. №1 (95). С. 207–216.
32. Мосьондз Н.П. Формування продуктивності сої залежно від технологічних заходів вирощування в умовах північної частини Лісостепу. *Землеробство*. Київ. 2014. Вип. 1–2. С. 74–77.
33. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В., Колісник С. І., Воронецька І. С. Кобак С. Я. Обґрунтування інтенсифікації виробництва зернобобових культур в Україні. *Web of Scholar*. Warsaw, 2018. № 6(24). С. 22–29.
34. Бабич А. О., Колісник С. І., Кобак С. Я., Венедіктов О. М., Сереветник О. В., Лохова В. І. Вплив способу передпосівної обробки насіння на урожайність сортів сої різних груп стиглості. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 68. С. 48–52.
35. Бабич А. О., Колісник С. І., Кобак С. Я. Теоретичне обґрунтування та шляхи оптимізації сортової технології вирощування сої в умовах Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 69. С. 113–121.
36. Соя сорту Медея. <https://agropro.biz/product/soya-medeya>
37. Інокулянт Різолік. <https://agroswit.com.ua/rizoliq>
38. Ризоактив концентрат. <https://bionorma.ua/inokulyanty/ryzoaktyv-kontsentratsiya-1-l/?srsltid=AfmBOootQOIV4-gIGjp02BFT414UHruTDoQ-CaGNwcMF875CXGXTAqSp#char>

39. Різофікс соя. https://agritema.com/product/rizofiks-soya/?srsltid=AfmBOoqK3yhh1LC1l_Fn_vbkjTrPs0sVWFE-K4eGArGo7Kpgu5392EnG
40. Сігнум. <https://agroswit.com.ua/inokulianty-rizobakter>
41. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К.: ЗАТ «Нічлава». 2003. 320 с.
42. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Токмакова Л. М. та ін. Експериментальна ґрунтова мікробіологія. За редакцією В. В. Волкогона. К: Аграрна наука. 2010. 464 с.

ДОДАТКИ

Додаток А4

РОЗРАХУНОК ДОДАТКОВИХ ВИТРАТ НА ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОБНИХ БІОПРЕПАРАТІВ

Різолік 3 л/т:

- 1) вартість для обробки насіння – 1200 грн/л, що становить 360 грн на гектарну норму насіння;
- 2) витрати на обробку насіння – 300 грн
- 3) витрати на збирання додатково отриманого врожаю –
 $0,15 \text{ т/га} \times 300 \text{ грн/т} = 45 \text{ грн}$
- 4) разом – 705 грн/га

Ризоактив 1 л/т

- 1) вартість для обробки насіння – 460 грн/л, що становить 46 грн на гектарну норму насіння;
- 2) витрати на обробку насіння – 300 грн
- 3) витрати на збирання додатково отриманого врожаю –
 $0,21 \text{ т/га} \times 300 \text{ грн/т} = 63 \text{ грн}$
- 4) разом – 409 грн/га

Різофікс 4 кг/т

- 1) вартість для обробки насіння – 900 грн/кг, що становить 360 грн на гектарну норму насіння;
- 2) витрати на обробку насіння – 300 грн
- 3) витрати на збирання додатково отриманого врожаю –
 $0,32 \text{ т/га} \times 300 \text{ грн/т} = 96 \text{ грн}$
- 4) разом – 756 грн/га

Сігнум 3 л/т

- 1) вартість препарату для обробки насіння – 1000 грн/л, що становить 300 грн на гектарну норму насіння;
- 2) витрати на обробку насіння – 300 грн
- 3) витрати на збирання додатково отриманого врожаю –
 $0,39 \text{ т/га} \times 300 \text{ грн/т} = 117 \text{ грн}$
- 4) разом – 717 грн/га