

УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Алексєєв Олексій Олександрович

УДК 579.262:579.64:631.461.5:633.34

**ФУНКЦІОНУВАННЯ СИМБІОТИЧНОЇ СИСТЕМИ СОЯ –
BRADYRHIZOBIUM JAPONICUM ЗА УМОВ БАКТЕРІАЛЬНОЇ І
ВІРУСНОЇ ІНФЕКЦІЙ**

03.00.07 – мікробіологія

**Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук**

Умань – 2017

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано на кафедрі екології та охорони навколишнього середовища Вінницького національного аграрного університету та у відділі фітопатогенних бактерій Інституту мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України

Науковий керівник: доктор біологічних наук, професор,
академік НААН

Патика Володимир Пилипович,
Інститут мікробіології і вірусології
ім. Д. К. Заболотного НАН України, завідувач відділу
фітопатогенних бактерій

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук, старший науковий
співробітник

Чабанюк Ярослав Васильович, Інститут агроекології
та природокористування НААН, завідувач відділу

кандидат сільськогосподарських наук, старший
науковий співробітник

Євтушенко Тетяна Анатоліївна, Інститут
сільськогосподарської мікробіології та
агропромислового виробництва НААН

Захист відбудеться «11» травня 2017 р. о 13⁰⁰ на засіданні спеціалізованої вченої ради К 74.844.02. в Уманському національному університеті садівництва Міністерства освіти і науки України за адресою: аудиторія 178, вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Уманського національного університету садівництва за адресою: вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20305

Автореферат розіслано «6» квітня 2017 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради к. с.-г. наук, доцент

Р. М. Притуляк

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Стратегічною культурою для розвитку екологічно орієнтованого сільського господарства є соя (*Glycine hispida* Maxim.) – унікальна рослина, яку можна назвати природною фабрикою завдяки успішному поєднанню двох важливих процесів: фотосинтезу та біологічної фіксації азоту (Бабич А. О., 1993; Петриченко В. Ф. та ін., 2016).

Широке застосування мінеральних азотних добрив у рослинництві гальмують доволі високі енергетичні затрати на їх виробництво, що спонукає дослідників до пошуку альтернативних шляхів забезпечення сільськогосподарських культур необхідними сполуками цього елемента. Серед заходів поліпшення азотного живлення рослин в агрокультурі особливе місце належить теоретичним і практичним розробкам, спрямованим на значне підвищення рівня біологічного перетворення азоту атмосфери на органічні азотовмісні сполуки мікроорганізмами-азотфіксаторами, насамперед бульбочковими бактеріями (Патика В. П. та ін., 2016).

Бульбочкові бактерії як компоненти ґрунтової мікробіоти мають механізм захисту від негативного впливу продуктів антропогенного забруднення. Тому, для підвищення стійкості ризобій до стресових факторів, зокрема, таких як бактеріальні та вірусні інфекції, пестицидне навантаження, забур'яненість, вплив підвищених температур у сільському господарстві застосовують мікробні препарати для інокуляції (Коць С. Я. та ін., 2010; 2011).

Застосування бактеріальних препаратів на основі бульбочкових бактерій, які є економічно доступнішими за мінеральні добрива, є одним із шляхів екологізації сучасного землеробства, оскільки дозволяє зменшити хімічне навантаження на агросферу.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Роботу виконано відповідно до угоди про творчу науково-технічну співдружність між Вінницьким національним аграрним університетом та Інститутом мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України (від 24. 03. 2009 р.) у межах науково-дослідної роботи відділу фітопатогенних бактерій за темами: «Моніторинг і генетична різноманітність фітопатогенних бактерій в системі органічного землеробства» (ДР № 0112U002751, 2013–2016 рр.) та «Метаболічні профілі сапрофітних бактерій родів *Pantoea* і *Pseudomonas* при формуванні асоціативних взаємодій у системах мікроорганізм – рослина» (ДР № 0112U002747, 2013–2016 рр.)

Мета і завдання дослідження. Мета роботи полягала у вивченні впливу бактеріальних та вірусних захворювань на симбіотичну систему сої за дії інокуляції та пестицидного навантаження.

Відповідно до поставленої мети було визначено такі завдання:

- дослідити вплив бактеріальних і вірусних захворювань на функціонування симбіотичної системи в умовах зараження ґрунту;
- оцінити ефективність бобово-ризобіального симбіозу в умовах застосування інокулянту *Bradyrhizobium japonicum* штам М-8;

- вивчити вплив пестицидного навантаження на бобово-ризобіальну систему;
- дослідити вплив сумісного застосування інокуляції насіння сої та пестицидів на підвищення резистентності рослин до фітопатогенних бактерій;
- показати формування елементів структури урожаю сортів сої залежно від генотипу, кліматичних умов та дії інокулянта, пестициду;
- дати економічну та біоенергетичну оцінку застосування передпосівної інокуляції насіння сої активними штамми бульбочкових бактерій.

Об'єкт дослідження – дія бактеріальних і вірусних хвороб сої та пестицидів на симбіотичну систему соя – бульбочкові бактерії.

Предмет дослідження – роль симбіотичної системи *Bradyrhizobium japonicum* – соя у підвищенні врожайності та якості і збереженні високого азотфіксувального потенціалу за дії фітопатогенних бактерій, вірусів, пестицидів.

Методи дослідження – мікробіологічні, біохімічні, біотехнологічні, фізико-хімічні, статистичні, розрахунково-порівняльні – для визначення економічної та енергетичної ефективності технології вирощування сої.

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше встановлено ефективність функціонування бобово-ризобіального симбіозу *Bradyrhizobium japonicum* – соя за резистентністю до дії фітопатогенних бактерій і вірусів.

Проведено скринінг пестицидів хімічного походження, які можна було б одночасно використовувати з мікробними препаратами на основі бульбочкових бактерій.

Науково обґрунтовано та експериментально доведено, що мікрофлора ґрунту під посівами сої і її попередниками, які піддаються впливу зовнішніх чинників, слугують індикаторами стану екосистеми і сукцесійних процесів.

Встановлено чутливість представників основних родів фітопатогенних бактерій до препаратів хімічного походження шляхом поєднання передпосівної обробки насіння сої препаратом бульбочкових бактерій в польових умовах за дії пестицидного навантаження.

Вивчено шкодочинність та поширеність бактеріальної та вірусної інфекцій сортів сої в Лісостеповій зоні, на основі чого опрацьовано особливості формування симбіотичної системи за дії передпосівної бактеризації насіння.

Проведено економічну і біоенергетичну оцінку моделей технологічних прийомів вирощування сої, на підставі чого обґрунтовано позитивний вплив технології вирощування сої, яка передбачає інокуляцію посівного матеріалу препаратом *B. japonicum* М-8 на основі активних бульбочкових бактерій за концентрації титру 10^8 КУО/мл у день сівби з внесенням одразу після сівби селективного досходового гербіциду Харнес 90 к. е. (д. р. ацетохлор 900 г/л) у дозі 2,2 л/га.

Практичне значення одержаних результатів. Основні результати досліджень щодо хвороб сої, заходів захисту її від фітопатогенних мікроорганізмів та використання біологічно активних препаратів природного походження використано у монографії «Соя» (Вінниця, 2016), методичних рекомендаціях «Діагностика фітопатогенних бактерій» (Київ, 2014). Результати

дисертації рекомендовано використовувати при викладанні курсів «Мікробіологія з основами вірусології», «Фітопатологія», «Агрофармакологія», «Основи екологічної токсикології», «Фізіологія рослин» у вищих навчальних закладах сільськогосподарського та біологічного профілю.

Основні результати наукових досліджень пройшли виробничу перевірку у 2015–2016 рр. в господарстві Шаргородського району Вінницької області: ПП «ЗЕТО» – на площі 68 га; в господарствах Оратівського району Вінницької області: ТОВ «Скоморошківське» – на площі 69 га та ФГ «Скоморошківське» – на площі 86 га. Впроваджена технологія вирощування сої забезпечила приріст урожаю 0,84 т/га, 0,95 т/га та 0,92 т/га відповідно.

Особистий внесок здобувача. Дисертація є самостійною роботою автора. Здобувачем самостійно проаналізовано світову та вітчизняну наукову літературу, розроблено програми досліджень, сплановано і проведено лабораторні, вегетаційні та польові дослідження, здійснено фенологічні спостереження.

Експериментальні дослідження, статистичне оброблення одержаних результатів, підготовку наукових праць до друку, формулювання висновків проведено за безпосередньої участі здобувача під керівництвом д. б. н., професора, академіка НААН В. П. Патики, якому автор висловлює особливу подяку.

Вивчення культурально-біохімічних властивостей фітопатогенних бактерій, грибів та їхню ідентифікацію проведено спільно із співробітниками відділу фітопатогенних бактерій Інституту мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України д. б. н. Л. А. Пасічник, провідним інженером Н. В. Житкевич та Т. Т. Гнатюк, за що автор висловлює їм щирі подяку.

Дослідження азотфіксувального потенціалу симбіотичної системи *Bradyrhizobium japonicum* – соя проведено спільно з д. б. н., професором, чл. кор. НАН України С. Я. Коцем, якому автор щиро вдячний.

Висловлюємо щирі подяку к. с.-г. н. доценту Я. Г. Цицюрі за консультативну підтримку в розрахунку економічної ефективності використання *B. japonicum* М-8 для передпосівної інокуляції насіння сої.

Апробація результатів дисертаційної роботи. Основні матеріали дисертаційної роботи були обговорені та отримали позитивну оцінку на щорічних засіданнях Вченої ради Вінницького національного аграрного університету (Вінниця, 2013–2015 рр.); Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні агротехнології за умов зміни клімату» (м. Мелітополь, 2013 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Біологічна фіксація азоту» (м. Тернопіль, 2014 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Мікробіологія та імунологія – перспективи розвитку в ХХІ столітті» (м. Київ, 2014 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Сучасні агротехнології: тенденції та інновації» (м. Вінниця, 2015 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Екологічні проблеми сільськогосподарського виробництва» (м. Вінниця 2016 р.)

Публікації. За результатами роботи опубліковано 20 наукових праць, з яких: 1 монографія, 5 публікацій у наукових фахових виданнях України (у тому числі 1 у наукових періодичних виданнях інших держав), 4 статті в інших наукових виданнях (у тому числі 1 публікація у виданнях України, які включені до міжнародних наукометричних баз), 9 – у матеріалах і тезах конференцій, 1 методичні рекомендації.

Обсяг та структура роботи. Дисертаційну роботу викладено на 205 сторінках комп'ютерного тексту. Робота складається зі вступу, огляду наукової літератури, опису матеріалів, методів та умов проведення досліджень, п'яти розділів експериментальної частини, висновків, рекомендацій виробництву, додатків. Робота містить 53 таблиці, 16 рисунків.

Список використаної літератури становить 258 джерел, з яких 95 латиною.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Основні напрями досліджень формування симбіотичної системи *Bradyrhizobium japonicum* – соя та вплив екологічних факторів на розвиток і продуктивність бобово-ризобіального симбіозу (огляд літератури). Узагальнено результати наукових досліджень вітчизняних і зарубіжних вчених щодо формування симбіотичної азотфіксації бобовими рослинами. Сфокусовано увагу на вагомій ролі макро- і мікросимбіонтів у мікробно-рослинній взаємодії, селекції високоактивних штамів бульбочкових бактерій, впливі екологічних факторів на розвиток і продуктивність бобово-ризобіального симбіозу, ефективності функціонування симбіотичного апарату сої за впливу бактеріальних та вірусних хвороб. На основі аналізу літературних джерел обґрунтовано актуальність проведення досліджень за темою дисертаційної роботи, визначено напрями та основні завдання роботи.

Умови, об'єкти та методи проведення досліджень. Експериментальну частину виконували впродовж 2013–2016 рр. у вегетаційних та лабораторних умовах відділу фітопатогенних бактерій Інституту мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України і відділу симбіотичної азотфіксації Інституту фізіології рослин і генетики НАН України та у польових умовах дослідного поля Вінницького національного аграрного університету с. Агрономічне Вінницького району Вінницької області.

Ґрунт на дослідній ділянці Вінницького національного аграрного університету – сірий лісовий середньосуглинковий. За даними агрохімічного обстеження орний шар ґрунту має такі фізико-хімічні показники: вміст гумусу (за Тюрнімом) становить 2,02–2,25 %; вміст лужногідролізованого азоту (за Корнфілдом) 60–67 мг/кг; рухомого фосфору та обмінного калію (за Чириковим) відповідно 149–212 мг/кг і 80–92 мг/кг ґрунту; рН сольової витяжки 5,5–6,0. Гідролітична кислотність – 1,10–1,21 мг-екв/100 г ґрунту.

Об'єктами дослідження були корені рослин сої (*Glycine max* L. Merr.) сортів Горлиця та КиВін інокульовані *B. japonicum* М-8 та *B. japonicum* 634б. Культуру повільнорослих бульбочкових бактерій вирощували на манітно-дріжджовому середовищі протягом 7 діб при 26–28 °С. Контролем слугував варіант без інокуляції.

Також у дослідженнях використовували гербіциди, регламентовані «Переліком пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні»: Харнес, 90% к. е. (ацетохлор) – селективний досходовий ґрунтовий гербіцид та Базагран, 48% в. р. (бентазон) – контактний післясходовий гербіцид.

Польові дослід з вивчення впливу бульбочкових бактерій на функціонування бобово-ризобіального симбіозу, ростові процеси, формування урожаю надземної маси та насінневу продуктивність сортів сої проводили у 2013–2016 рр. на двох сортах сої за такою схемою: фактор А – сорти Горлиця та КиВін, В – інокулянт та пестициди.

Вплив зазначених факторів на кількість і масу бульбочок та їхню азотфіксувальну активність визначали протягом трьох років вирощування сої, беручи проби – після завершення формування симбіозу (1-й відбір – 35 доба після появи сходів, фаза бутонізації) та в період активної азотфіксації (2-й і 3-й відбір – 45 і 55 доба після появи сходів, фази цвітіння та масового цвітіння відповідно). Облікова площа ділянки 10 м², повторність дослідів 4-х разова.

Дослідження ефективності застосування передпосівної бактеризації насіння сої сорту Горлиця штамом *B. japonicum* М-8 проведено у агроформуваннях Шаргородського та Оратівського районів Вінницької області у 2015–2016 рр. за схемою: за 4–5 днів до сівби проводили обробку насіння сої протруйником Максим ХЛ в кількості 1 л/т, а в день сівби – високоактивним та високовірулентним інокулянтом *B. japonicum* М-8, який є біоагентом мікробного препарату Ризобофіт, в кількості 1 л/т насіння, після посіву вносили селективний досходовий гербіцид Харнес 90 т. е. в дозі 2,2 л/га.

Для істотної оцінки даних польових і лабораторних досліджень проводили фенологічні спостереження згідно «Методики Держсортівипробування сільськогосподарських культур» і «Методики проведення досліджень у кормовиробництві». Відмічали фази росту і розвитку рослин: початок фази встановлювали, коли вона наступала в 10 % рослин, повну фазу – у 75 % рослин (В. О. Єщенко та ін., 2005; А. О. Бабич та ін., 1994).

Азотфіксувальну активність визначали ацетиленовим методом (R. W. F. Hardy, 1968), який базується на низькій субстратній специфічності нітрогеназного ферментного комплексу, здатного відновлювати ацетилен до етилену. Проби аналізували на газовому хроматографі «Agilent GC system 6850» (США) з полуменево-іонізаційним детектором. Екстракцію та аналіз метаболітів проводили з деякою модифікацією загальноприйнятої методики виділення метаболітів із коренів рослин (J. Lisec, 2006).

Для встановлення кількості й маси ризобіальних утворень відбирали моноліти ґрунту 25×25×30 см. Після відмивання коренів із кожної повторності залишали по 5 рослин, відокремлювали від коренів бульбочки, підраховували їх середню кількість на одну рослину, підсушували та зважували.

Показники фотосинтетичної діяльності рослин сої, а саме – площу листової поверхні, фотосинтетичний потенціал (ФП) та чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) визначали відповідно до методики А. О. Ничипоровича та ін. (1961).

Вміст сухої речовини у відповідні фази росту визначали ваговим

методом, згідно ДСТУ ISO 6496–2005, при дворазовому повторенні шляхом висушування зразків рослин сої у термостаті при температурі + 105 °С до постійної маси.

Симбіотичну продуктивність рослин сої визначали відповідно до методики Г. С. Посипанова (Г. С. Посипанов, 1991) з врахуванням ряду рекомендацій (О. А. Бестрецького, 1979; В. В. Волкогона та ін., 2010), враховуючи такі показники як загальна кількість і маса бульбочок, кількість і маса активних бульбочок, загальний (ЗСП) та активний (АСП) симбіотичний потенціал, питома активність симбіозу (ПАС).

Оцінку розвитку бактеріозів та вірусів сої проводили за загальноприйнятими методиками та рекомендаціями (К. Г. Бельтюкова и др., 1968; М. К. Хохряков и др., 2003; С. Н. Корсаков и др., 1979).

Економічну ефективність розраховували відповідно до методики «Економіки сільського господарства» (В. К. Збарський, В. І. Мацибора, А. А. Чалий, 2009) та методики Національного наукового центру «Інститут аграрної економіки» НААН з включенням додаткових витрат, пов'язаних із застосуванням досліджуваних мікробних препаратів.

Енергетичне оцінювання досліджуваних технологічних прийомів проводили згідно методики О. К. Медведовського та П. І. Іваненка (О. К. Медведовський, П. І. Іваненко, 1988).

Оцінку технологій вирощування сортів сої на конкурентоспроможність проводили згідно методики А. Д. Гарькавого, В. Ф. Петриченка та А. В. Спіріна (А. Д. Гарькавий, В. Ф. Петриченко та А. В. Спірін, 2003).

Математичне оброблення експериментальних даних проводили за методикою Б. О. Доспехова (Б. О. Доспехов, 1985) за t-критерієм Стьюдента ($p=0,05$) із застосуванням програми Excel.

Роль інокулянтів сої у підвищенні її стресостійкості до фітопатогенів та пестицидів у рамках ефективності функціонування симбіотичної системи *Bradyrhizobium japonicum* – соя. Узагальнюючи дані моніторингу за ураженістю рослин сої на посівних площах Лісостепу Правобережного (Вінницька область) у 2013–2016 рр. слід зазначити, що найпоширенішими хворобами, які спостерігали в усіх зонах вирощування сої, були: септоріоз, пероноспороз, коренева гниль, церкоспороз, бактеріальні та вірусні інфекції (табл. 1).

Дослідження безпосереднього впливу фільтратів культуральних рідин *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea* (кутаста плямистість), *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* (пустульний бактеріоз), *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* (дикий опік), *Fusarium oxysporum* (фузаріоз), *Ascochyta sojaecola* Abramov (аскохітоз) водного екстракту хворих рослин сої та вірусну мозаїку на симбіотичну систему соя – бульбочкові бактерії показали, що під їх дією змінюється азотфіксувальна активність бульбочок сої. При замочуванні бульбочок в культуральних рідинах та водному екстракті зазначених фітопатогенних мікроорганізмів значно знижувалась їх нітрогеназна активність у порівнянні з контрольним варіантом (табл. 2).

Таблиця 1

Загальне ураження рослин сої хворобами на посівних площах Вінницької області (2013–2015 рр., середні дані), %

Хвороби та фаза розвитку рослин	Показники хвороби	
	поширення	ураження (розвиток)
Пероноспороз (бутонізація–дозрівання)	(6,0–26,0)* 0,6–6,6 до 12,0–18,0	0,5–4,0
Коренева гниль (бутонізація–дозрівання)	(3,0–13,0)* до 16,0–20,0	0,1–6,2
Церкоспороз (бутонізація–дозрівання)	(3,0–13,0)* до 16,0–20,0	0,1–6,2
Аскохітоз (дозрівання)	10,0–18,0	0,3–5,0
Фузаріоз (бутонізація– дозрівання)	(11,0–59,0)* 1,8–15,0	0,2–5,0
Бактеріальний опік	(7,7–77,0)* 1,4–10,2	0,8–0,9
Вірусні хвороби: жовта і зморшкувата мозаїки	(18,0–30,0)* 2,0–6,0	0,1–3,0

Примітки: * – заселених площ

Таблиця 2

Вплив культуральної рідини фітопатогенних бактерій, грибів та ВМС на нітрогеназну активність бульбочок сортів сої

Варіант	Нітрогеназна активність, мкмоль С ₂ Н ₄ /рослину • год			
	на 1 рослину за годину		на 1г бульбочок за годину	
	Горлиця	КиВін	Горлиця	КиВін
Контроль (поживне середовище для бактерій)	5,87 ± 0,29	4,88 ± 0,17	6,03 ± 0,38	5,23 ± 0,24
Контроль (поживне середовище для грибів)	4,53 ± 0,32	4,76 ± 0,21	4,35 ± 0,21	5,05 ± 0,18
Культуральна рідина <i>Pseudomonas savastanoi</i> pv. <i>glycinea</i>	0,12 ± 0,02	0,09 ± 0,02	відсутня	відсутня
Культуральна рідина <i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>glycines</i>	0,31 ± 0,09	0,20 ± 0,05	0,12 ± 0,01	відсутня
Культуральна рідина <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tabaci</i>	0,24 ± 0,07	відсутня	0,09 ± 0,01	відсутня
Культуральна рідина <i>Fusarium oxysporum</i>	0,27 ± 0,06	відсутня	відсутня	відсутня
Культуральна рідина <i>Ascochyta sojaecola</i> Abramov	0,30 ± 0,12	0,14 ± 0,02	0,09 ± 0,01	відсутня
Водний екстракт хворих рослин сої на вірусну мозаїку	5,33 ± 0,44	відсутня	5,76 ± 0,32	відсутня

Проте, при дії вірусу мозаїки сої (ВМС) зниження азотфіксувального потенціалу

бульбочкових бактерій сої сорту Горлиця не виявлено, а у сорту КиВін зміна азотфіксувальної активності бульбочок у більшості випадків відсутня. Це дає змогу зробити висновок, що дія фітопатогенних бактерій, грибів та вірусів на симбіотичний апарат сої залежала від сорту, виду та агресивності штаму.

У результаті визначення можливої токсичної дії на фітопатогенні збудники бактеріозів сої ряду пестицидів встановлено, що переважна кількість досліджуваних препаратів не виявляють токсичної дії до представників основних родів та видів фітопатогенних бактерій, за виключенням фунгіциду Ридоміл, який токсичний до фітопатогенів, а фунгіциди Ранкона та Максим XL – вибірково до збудників пустульного бактеріозу сої *Axonopodis* pv. *glycines* (табл. 3).

Таблиця 3

Чутливість представників основних родів фітопатогенних бактерій до препаратів хімічного походження

Дослідний штам	Хімічні засоби захисту рослин							
	Фунгіциди						Гербіциди	
	Максим XL	Ридоміл	Пропульс	Ранкона	Фалькон	Замір	Харнес	Прометрин
	Діюча речовина							
	Металаксил-М, флудіоксонил	Манкоцеб, металаксил-М	Протиокназо, флуопирам	Іпконазол	Тебуконазол, триадименол, спіроксамін	Прохлораз, тебуконазол	Ацетон-хлорид	Прометрин
Діаметр зони пригнічення, мм								
<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>glycines</i> 10 штамів	20-35	35-40	0	30-35	0	0	0	0
<i>Pseudomonas savastanoi</i> pv. <i>glycinea</i> 13 штамів	0-15	15-25	0	0	0	0	0	0
<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tabaci</i> 2 штами	0	15	0	0	0	0	0	0
<i>Pantoea agglomerans</i> 5 штамів	0	10-15	0	0	0	0	0	0

Примітка: «цифрові позначки» - позитивна реакція, наявність зони пригнічення.

Подальші дослідження показали, що низка досліджуваних пестицидів різного призначення (гербіциди, фунгіциди) не виявляють токсичної дії до *B. japonicum* М-8 та *B. japonicum* 634б у лабораторних умовах.

До таких пестицидів можна віднести Харнес, Прометрин, Ранкона, Максим XL (табл. 4). Їх можна рекомендувати для сумісного або паралельного застосування при бактеризації насіння сої.

Таблиця 4

Чутливість *Bradyrhizobium japonicum* штамів М-8 та 634б до препаратів хімічного походження

Дослідний препарат	Діаметр зон пригнічення росту, мм	
	<i>B. japonicum</i> М-8	<i>B. japonicum</i> 634б
Ридоміл	45	55
Пропульс	25	20
Ранкона	0	0
Максим XL	0	0
Харнес	0	0
Прометрин	0	0
Пончо	15	22
Замір	35	30
Фалькон	38	35

Примітка: «цифрові позначки» - позитивна реакція, наявність зони пригнічення росту, «0» - відсутність зони пригнічення росту, активний ріст тест-культури.

Однак, такі фунгіциди як Ридоміл, Замір, Фалькон виявили значну токсичну дію до дослідних штамів *B. japonicum*. Тому, за потреби використання цих препаратів, необхідно постійно визначати сумісність препаратів хімічного та біологічного походження при їх застосуванні в сільському господарстві.

Азотфіксувальна активність та ефективність штамів *Bradyrhizobium japonicum* у симбіозі з *Glycine hispida* Maxim за умов вегетаційного дослідю.

Встановлення впливу *B. japonicum* М-8 і *B. japonicum* 634б на морфометричні показники сортів сої передбачало визначення кращого інокулянта, який забезпечить більш інтенсивний тип росту і розвитку, що сприятиме формуванню вищої врожайності сортів сої.

Найбільша маса кореня і надземної частини була зафіксована у рослин сорту Горлиця та КиВін, де використовували у досліді штам *B. japonicum* М-8.

Така закономірність підтверджується на всіх морфометричних показниках у варіантах з бактеризацією *B. japonicum* М-8 як на 14 добу, так і на 21 добу після сходів, але найбільше на 35 добу після сходів, що пов'язано із формуванням симбіотичного апарату сої (табл. 5).

Результати вивчення азотфіксувальної активності та ефективності симбіотичних систем сої Горлиця та КиВін показали, що використання у досліді штамів М-8 і 634б є ефективним і відмічалось високою азотфіксувальною активністю (табл. 6).

Проте, штам М-8 забезпечив найвищу азотфіксувальну активність симбіотичних систем *Glycine hispida* Maxim. – *Bradyrhizobium japonicum* на обох

досліджуваних сортах.

Таблиця 5

Морфометричні показники рослин сої (вегетаційний дослід)

Варіант	Доба після появи сходів					
	14-а доба		21-а доба		35-а доба	
	маса надземної частини, г	маса кореня, г	маса надземної частини, г	маса кореня, г	маса надземної частини, г	маса кореня, г
Сорт Горлиця						
Контроль (обробка водою)	0,81±0,12	0,32±0,05	1,32±0,14	0,48±0,13	2,93±0,16	1,96±0,24
Бактеризація М-8	0,82±0,14	0,30±0,04	1,35±0,06	0,56±0,05	3,80±0,18	2,41±0,16
Бактеризація 6346	0,81±0,13	0,28±0,05	1,33±0,08	0,51±0,08	3,4±0,17	2,29±0,18
Сорт КиВін						
Контроль (обробка водою)	0,69±0,10	0,27±0,10	1,27±0,1	0,46±0,07	2,46±0,17	1,60±0,20
Бактеризація М-8	0,72±0,07	0,26±0,09	1,34±0,09	0,54±0,06	3,25±0,22	2,05±0,18
Бактеризація 6346	0,71±0,08	0,26±0,1	1,32±0,1	0,51±0,06	2,9±0,2	2,0±0,19

Так, фіксація азоту при формуванні вегетативної маси рослинами сої сорту КиВін мала низьку ефективність відновлення ацетилену і становила прибавку врожаю від 40,4 г/посудину до 46,5 г/посудину, тоді як сорт Горлиця забезпечив достовірну прибавку врожаю від 45,3 г/посудину до 52,7 г/посудину.

Таблиця 6

Азотфіксувальна активність та ефективність *Bradyrhizobium japonicum* у симбіозі з *Glycine hispida* Maxim (вегетаційний дослід)

Варіант	Сорт сої			
	Горлиця		КиВін	
	А	ΔМ	А	ΔМ
Контроль (обробка водою)	0	0	0	0
Бактеризація М-8	5,23	52,7	4,09	46,5
Бактеризація 6346	4,35	45,3	3,91	40,4

Примітка: А – ацетиленредуктазна активність, мкмоль C_2H_4 /(рослину • год),

ΔМ – прибавка врожаю зеленої маси, г/посудину.

Вплив біопрепаратів та фітопатогенів на мікробні угруповання ґрунту ризосфери сої.

Досліджуючи кількісний та якісний склад мікробних угруповань ризосфери сої, було детально вивчено процеси, які відбуваються у ґрунті ризосфери. А саме: формування мікробного оточення, яке сприяє реалізації ефективної взаємодії сої з асоціативними мікроорганізмами. Такі дослідження впливу інтродукованих мікроорганізмів на кількісний і якісний склад мікробіоценозу сої сприятимуть ширшому застосуванню біопрепаратів при вирощуванні бобових культур.

Так, чисельність амоніфікаторів зі зміною культури (соя → люпин → пшениця → ріпак) зменшувалась з $18,7 \cdot 10^6$ до $4,3 \cdot 10^6$, аналогічна закономірність спостерігалася для оліготрофів і педотрофів (рис.1).

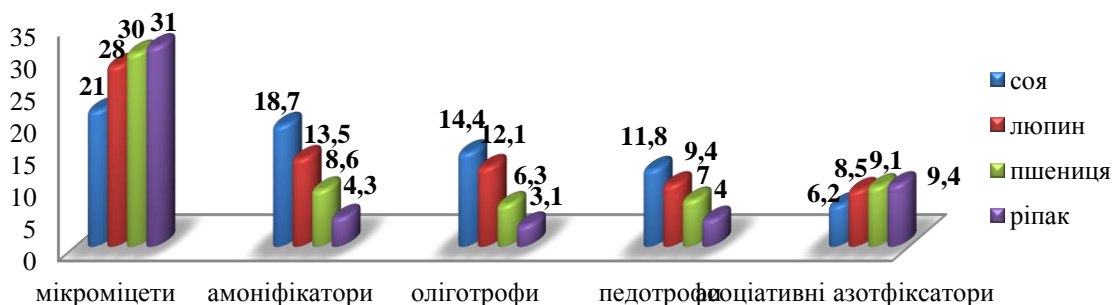


Рис. 1 Чисельність мікроорганізмів у ґрунті під посівами сої та іншими сільськогосподарськими культурами

Досліджуючи кількість і біомасу бактерій при застосуванні мінеральних добрив спостерігалось підвищення їх у понад 1,2 рази. У варіанті з передпосівною бактеризацією *B. japonicum* М-8, який є біоагентом мікробного препарату Ризобофит, досліджувані показники збільшувались в 1,7 разів, тоді як за сумісного застосування Ризобофиту з $N_{60}P_{60}K_{60}$ – у 1,4 рази.

Така сама тенденція спостерігалась і у олігонітрофільних бактерій – в 1,77 разів та стрептоміцетів – у 2,15 разів. Тобто застосування мінеральних добрив знижувало азотфіксувальний потенціал сої. Однак, варіант сумісного поєднання Ризобофиту з мінеральним добривом показав максимальний вміст целюлозоруйнівних мікроорганізмів у 11,0 і 9,5 рази порівняно з контролем (табл. 7).

Отримані результати досліджень підтверджують, що мобілізаційні процеси у ґрунті при внесенні добрив та Ризобофиту позитивно впливають на життєдіяльність ґрунтових мікроорганізмів.

Досліджуючи амоніфікуючу та нітрифікуючу властивість ґрунту, спостерігалось, що використання Ризобофиту позитивно впливало на дані показники. Амоніфікуюча здатність ґрунту порівняно з контролем зростає до $282 \text{ мг NH}_3/100 \text{ г}$, а нітрифікуюча – до $62 \text{ мг NO}_3/100 \text{ г}$ ґрунту.

Формування елементів структури врожаю сортів сої залежно від генотипу, кліматичних умов та дії інокулянту і пестициду.

Стосовно обраних для досліджень сортів сої доведено, що вищою продуктивністю як у окремі роки, так і в середньому за три роки вирощування відрізнявся сорт Горлиця (табл. 8).

Таблиця 7

Кількість і біомаса мікроорганізмів у ґрунті при вирощуванні сої за різних видів добрив і норм їх внесення (середні дані за 2013 – 2015 рр.)

Варіант	Біомаса бактерій, т/га	Бактерії				Мікроскопічні гриби	Стрептоміцети	Целюлозоруйнівні бактерії
		амоніфікуючі	споруутворюючі	педофільні	Олігонітрофільні			
		МПА	МПА+СА	ГА	Середовище Ешбі			
10 ⁶ КУО/г сухого ґрунту							тис./г сухого ґрунту	
Контроль – без добрив	6,1	16	3,1	78	198	3,9	46	4,6
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	7,0	24	7,3	159	277	5,0	76	12,7
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	7,3	28	8,4	176	311	4,9	99	24,4
Ризобофіт	10,4	53	11,5	264	350	5,4	152	50,7
Ризобофіт+ N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	8,6	59	11,9	260	348	5,8	153	44,5
НР _{0,5}	0,9	4,0	2,1	21	34	0,7	29	3,2

Таблиця 8

Урожайність сої залежно від сорту, інокуляції, пестициду

Сорт	Варіант обробки	Урожайність, т/га				Приріст до контролю, т/га
		2013	2014	2015	Середнє	середнє
Горлиця	Контроль (обробка водою)	1,90	1,60	1,36	1,62	-
	Ризобофіт	2,38	2,10	1,79	2,08	0,48
	фунгіцид Максим XL + Ризобофіт	2,63	2,13	1,97	2,27	0,67
	Ризобофіт + гербіцид Харнес	3,85	3,31	2,81	3,32	1,7
	Ризобофіт + гербіцид Базагран	3,36	2,87	2,45	2,89	1,29
КиВін	Контроль (обробка водою)	1,56	1,41	1,19	1,38	-
	Ризобофіт	1,82	1,73	1,43	1,65	0,27
	фунгіцид Максим XL + Ризобофіт	2,01	1,83	1,54	1,79	0,41
	Ризобофіт + гербіцид Харнес	3,13	2,82	2,20	2,69	1,31
	Ризобофіт + гербіцид Базагран	2,73	2,47	1,94	2,37	0,99
НР _{0,5} А		0,09	0,15	0,09		
НР _{0,5} В		0,14	0,24	0,15		
НР _{0,5} АВ		0,12	0,21	0,13		

При застосуванні ґрунтового гербіциду Харнес на фоні дії *V. jaronicum* М-8, не дивлячись на пригнічення кількості і маси бульбочок під дією ґрунтового гербіциду, було отримано найвищий рівень урожайності сортів сої – 3,32 т/га та 2,69 т/га.

Використання гербіциду сумісно з інокулянтом має велике значення і в тому, що, знищуючи бур'яни, вони підвищують конкурентоспроможність по відношенню до сеgetальної рослинності, сприяють збільшенню фотосинтетичної продуктивності рослин, а звідси – підвищують масу органічних речовин у процесі фотосинтезу, що в цілому призводить до зростання урожайності.

Економічна ефективність застосування передпосівної інокуляції сої на фоні протруєння насіння та внесення ґрунтових гербіцидів.

На основі детального аналізу показників економічної ефективності встановлено, що в середньому за роки досліджень найнижча вартість вирощеної продукції (12800 грн/га у сорту Горлиця та 11040 грн/га у сорту КиВін) спостерігалась на контрольних варіантах дослідження без використання інокулянта, протруєника та ґрунтових гербіцидів (табл. 9).

Таблиця 9

Економічна ефективність вирощування сортів сої залежно від інокуляції на фоні застосування протруєника та ґрунтових гербіцидів (у середньому за 2013–2015 рр.)

Варіант дослідження	Виробничі витрати, грн.	Вартість вирощеної продукції, грн.	Умовно чистий прибуток, грн.	Собівартість 1 т насіння, грн.	Рівень рентабельності, %
Горлиця					
1	9750	12800	3050	6094	31,3
2	10580	16640	6060	5087	57,3
3	10790	18160	7370	4753	68,3
4	12860	26400	13540	3897	105,3
5	12180	23120	10940	4215	89,8
КиВін					
1	9380	11040	1660	6797	17,7
2	10350	13200	2850	6273	27,5
3	10640	14320	3680	5944	34,6
4	11960	21520	9560	4446	79,9
5	11390	18960	7570	4806	66,5

Примітка: 1 – Контроль (обробка водою); 2 – Ризобофіт; 3 – фунгіцид Максим XL + Ризобофіт; 4 – Ризобофіт + гербіцид Харнес; 5 – Ризобофіт + гербіцид Базагран.

Максимальна вартість вирощеної продукції сформувалась у обох сортів у варіанті використання штаму за внесення гербіциду Харнес (2,2 л/га) – 13540 та 9560 грн/га, відповідно. Для даного варіанту досліджень обох сортів було встановлено і найвищі рівні рентабельності – 105,3 % у сорту Горлиця та

79,9 % у сорту КиВін. Ціни на матеріально-технічні ресурси, сільськогосподарську продукцію та рівень заробітної плати прийнято на середньому рівні 2015 р.

Проводячи аналіз показників енергетичної ефективності вирощування сортів сої, встановлено, що найнижчі затрати сукупної енергії були на контрольних варіантах у сорту Горлиця 23,6 ГДж/га та у сорту КиВін 23,9 ГДж/га, при цьому вихід валової енергії з урожаєм становив 37,6 і 32,4 ГДж/га, відповідно, а енергетичний коефіцієнт 1,59 і 1,36.

Однак, у варіантах, де проводили інокуляцію насіння перед посівом на фоні застосування гербіцидів, збільшувався вихід енергії з одиниці площі 55,7–77,6 ГДж/га, сукупні витрати енергії становили 26,9–28,2 ГДж/га, чистий енергетичний прибуток 28,6–50,1 ГДж/га, а енергетичний коефіцієнт посіву склав 2,06 і 2,82. При цьому, енергетична оцінка підтвердила доцільність застосування інокуляції насіння перед сівбою на фоні внесення ґрунтового гербіциду Харнес (2,2 л/га). Саме цей варіант забезпечив для обох сортів коефіцієнт енергетичної ефективності у інтервалі 2,35–2,82.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі теоретично обґрунтовано та експериментально вирішено наукове завдання з ефективності функціонування симбіотичної системи *Bradyrhizobium japonicum* – соя за дії бактеріальних і вірусних інфекцій, зокрема, щодо вирощування сої на основі передпосівної бактеризації насіння та протруювання на фоні внесення ґрунтових гербіцидів в умовах Лісостепу Правобережного.

1. В умовах лабораторного дослідження встановлено, що на 35-ту добу найбільша маса кореня і надземної частини у інокульованих штамом *B. japonicum* М-8 рослин сорту Горлиця становила на 0,12 г і 0,4 г та КиВін на 0,05 г і 0,3 г відповідно більше порівняно із *B. japonicum* 634б. При визначенні відновлення ацетилену кореневими бульбочками сої, штам М-8 забезпечував найвищу азотфіксувальну активність симбіотичної системи *Glycine hispida* Maxim. – *Bradyrhizobium japonicum* для сорту Горлиця – на 0,88 мкмоль C_2H_4 / (рослину • год) та сорту КиВін – на 0,18 мкмоль C_2H_4 / (рослину • год) більше, ніж штам 634б. Тому для дослідження було використано більш ефективний штам *B. japonicum* М-8.

2. На основі проведених спостережень та обліків за ростом і розвитком рослин сортів сої різних груп стиглості в умовах Лісостепу Правобережного встановлено, що поряд із гідротермічними умовами регіону тривалість окремих міжфазних періодів, показники польової схожості та виживаності рослин, лінійного росту стебла, визначаються дією Ризобофіту, протруювачем Максим ХЛ, а також ґрунтовим гербіцидом Харнес та післясходовим гербіцидом Базагран.

3. Виявлено, що умови для росту і розвитку рослин були найкращими на варіантах досліду, де обробку насіння здійснювали Ризобофітом сумісно із внесенням ґрунтового гербіциду Харнес одразу після посіву. Застосування даної технології забезпечило суттєве підвищення показників інтенсивності росту і розвитку досліджуваних сортів сої.

4. Встановлено, що передпосівне оброблення насіння сої препаратом бульбочкових бактерій сприяє підвищенню її азотфіксувального потенціалу. Так, у сорту Горлиця даний показник сягнув найвищого значення порівняно з іншими

варіантами досліду: кількість бульбочок в середньому за роки проведення досліджень – 37,3 шт./рослину, біомаса бульбочок – 632,1 мг/рослину, нітрогеназна активність склала 5,2 мкмоль C_2H_4 / рослину • год. У сорту КиВін дані показники становили: кількість бульбочок – 36,5 шт./рослину, біомаса бульбочок – 584,3 мг/рослину та нітрогеназна активність 4,1 мкмоль C_2H_4 / рослину • год. Кількість біологічно фіксованого азоту становила у сорту Горлиця – 161,8 кг/га, а сорту КиВін – 145,1 кг/га.

5. Показано, що у середньому за період досліджень врожайність сої була тісно пов'язана доказовою від'ємною кореляцією з кількістю ($r = -0,81$) і сирою масою ($r = -0,86$) бур'янів у посівах культури. З огляду на це, найнижчу врожайність в досліді отримано на забур'яненому контролі (1,6 та 1,38 т/га).

6. Досліджено, що при застосуванні ґрунтового гербіциду Харнес на фоні дії Ризобофіту було отримано найвищий рівень урожайності сортів сої Горлиця та КиВін – 3,32 т/га та 2,69 т/га відповідно, що на 104 % та 95 % більше порівняно із контролем та напряду обумовлено знищенням і контролем переважної більшості бур'янів на варіанті цього досліду.

7. Виявлено, що застосування гербіцидів Харнес та Базагран не здійснювало негативного впливу на рівень вмісту білка в насінні сої, а передпосівна інокуляція та рівень забур'яненості напряду впливали на даний показник. Так, сумісне застосування Ризобофіту та ґрунтового гербіциду Харнес забезпечило практично однаковий вміст сирого протеїну у насінні порівняно із чистою обробкою Ризобофітом – 35,5 % і 36,0 %, однак, за рахунок зменшення забур'яненості посівів, а, відтак підвищення урожайності, вміст сирого протеїну був найвищим і склав 1,17 т/га і 0,97 т/га відповідно.

8. Показано, що передпосівна бактеризація насіння сої Ризобофітом підвищувала у ризосфері ґрунту біомасу бактерій порівняно з варіантом без інокуляції у понад 1,2 рази, чисельність олігонітрофільних бактерій – в 1,77 разів, стрептоміцетів – у 2,15 рази, целюлозоруйнівних мікроорганізмів у 11,0 разів. Зазначені дані свідчать про позитивний вплив Ризобофіту на процеси формування мікробного оточення, що сприяє ефективній взаємодії сої з асоціативними мікроорганізмами.

9. Доведено, що використання біопрепарату Ризобофіт позитивно вплинуло на амоніфікуючу та нітрифікуючу властивість ґрунту: амоніфікуюча здатність ґрунту порівняно з контролем зроста – до 282 мг $NH_3/100$ г, а нітрифікуюча – до 62 мг $NO_3/100$ г ґрунту.

10. Проведений скринінг відносно визначення токсичної дії ряду пестицидів на фітопатогенні збудники бактеріозів сої показав, що переважна кількість дослідних препаратів є нейтральними до представників основних родів та видів фітопатогенних бактерій, за виключенням препарату – фунгіциду Ридоміл, який є токсичним до фітопатогенів, а фунгіциди Ранкона та Максим XL – вибірково до збудників пустульного бактеріозу сої *Axonopodis* pv. *glysines*.

11. Показано, що при дії вірусу мозаїки сої (ВМС) зниження азотфіксувального потенціалу бульбочкових бактерій сої сорту Горлиця не виявлено, на відміну від толерантного сорту КиВін. Отже, дія фітопатогенних бактерій, грибів та вірусів на симбіотичний апарат сої залежить від сорту, виду

та агресивності штаму.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для захисту рослин від фітопатогенних бактерій і вірусних інфекцій та отримання урожайності сої на рівні 3,0–3,3 т/га в агроформуваннях Лісостепу Правобережного рекомендується: вирощувати сорти сої середньоранньої (типу Горлиця) та ранньої (типу КиВін) групи стиглості; за 4–5 днів до сівби проводити обробку насіння сої протруйником Максим XL в кількості 1,0 л/т насіння; в день сівби проводити обробку насіння препаратом *B. japonicum* М-8, який є біоагентом мікробного препарату Ризобофит (титр 10^8 КУО/мл) та вносити одразу після сівби селективний досходовий гербіцид Харнес 90 к. е. (д. р. ацетохлор 900 г/л) у дозі 2,2 л/га; фунгіцид Ранкона та досходовий гербіциди Прометрин застосовувати сумісно з бактеризацією насіння сої.

Результати виробничих впроваджень у господарствах показали, що застосування Ризобофиту, виготовленого на основі *B. japonicum* М-8 для передпосівного оброблення насіння, забезпечує приріст урожаю сої сорту Горлиця від 44–49 %, порівняно з варіантом без бактеризації.

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ Монографії

1. Соя: монографія / [Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В., Іванюк С. В., Корнійчук О. В., Колісник С. І., Кобак С. Я., Задорожний В. С., Чорнолата Л. П., Кулик М. Ф., Обертюх Ю. В., Воронецька І. С., Патица В. П., Гнатюк Т. Т., **Алексєєв О. О.**, Калініченко А. В., Коць С. Я., Береговенко С. К., Захарова О. М.]; за ред. В.Ф. Петриченко. – Вінниця: «Діло», 2016. – 392 с. (Виконання експериментальних досліджень, здійснення обробки даних).

Статті у наукових фахових виданнях

2. **Алексєєв О. О.** Симбіоз *Bradyrhizobium japonicum* і *Glycine hispida* за дії абіотичних факторів / О. О. Алексєєв // Збірник наукових праць «Сільське господарство та лісівництво» ВНАУ. – 2015. – № 1. С. 118–127.

3. **Алексєєв О. О.** Вплив екологічних факторів на розвиток і продуктивність бобово-ризобіального симбіозу / О. О. Алексєєв // Збірник наукових праць «Сільське господарство та лісівництво» ВНАУ. – 2016. – № 4. – С. 187–198.

4. **Aliksieiev O. O.** Influence of biological products on the microbium soil in the rhizosphere of *Glycine max (L.) Merr* / О. О. Aliksieiev, V. F. Patyka // Science and World. International scientific journal. – 2016. – № 12 (40) Vol. II –Р. 54–58. (Проведення досліджень, аналіз даних, підготовка статті до друку).

5. **Алексєєв О. О.** Розвиток сої сортів Горлиця та КиВін на тлі впливу фітопатогенних мікроорганізмів / О. О. Алексєєв, В. П. Патица // Збірник наукових праць «Сільське господарство та лісівництво» ВНАУ. – 2017. – № 5. – С. 248–256. (Проведення польових і лабораторних досліджень, інтерпретація отриманих результатів, написання статті).

6. **Алексєєв О. О.** Урожайність сортів сої Горлиця та КиВін за дії інокулянту та пестицидного навантаження в умовах Правобережного Лісостепу

України / О. О. Алексєєв, В. П. Патики // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. – 2017. – вип. 90. Ч. 1 – С. 289–297.

Науково-методичні праці та рекомендації виробництву

7. Патики В. П. Діагностика фітопатогенних бактерій. Методичні рекомендації / [Патики В. П., Пасічник Л. А., Данкевич Л. А., Алексєєв О. О. та ін.]; за ред. В. П. Патики. – Київ, 2014. – 76 с.

Статті в інших наукових виданнях

8. Патики В. П. Бактеріальні хвороби сої / В. П. Патики, Н. В. Житкевич, Т. Т. Гнатюк, **О. О. Алексєєв** // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. – 2012. – № 4 (53). – С. 9–14.

9. **Алексєєв О. О.** Формування високоефективної симбіотичної системи *Bradyrhizobium japonicum* – Соя / О. О. Алексєєв, В. П. Патики // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. – 2014. – № 3 (60) – С. 40–44.

10. Патики В. П. Чутливість до пестицидів низки представників бактеріальної мікробіоти сої / В. П. Патики, Т. Т. Гнатюк, Н. В. Житкевич, **О. О. Алексєєв** // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. – 2014. – № 3 (60) – С. 153–155.

11. **Алексєєв О. О.** Взаємовідносини між *Bradyrhizobium japonicum* і збудниками бактеріозів сої та їх чутливість до пестицидів / О. О. Алексєєв, В. П. Патики, Т. Т. Гнатюк // Молодий вчений. – 2016. – 12.1 (40) – С. 60–63.

Матеріали та тези доповідей, з'їздів, конференцій

12. **Алексєєв О. О.** Сучасний стан дослідження біологічної фіксації азоту / О. О. Алексєєв // Збірник наукових праць Всеукраїнської наукової конференції аспірантів, магістрів та студентів: «Екологічні проблеми України». – (14 березня 2013 р.). – Вінниця: ВНАУ, 2013. – С. 96–97.

13. **Алексєєв О. О.** Визначення характеру взаємовідносин між *Bradyrhizobium japonicum* та фітопатогенними збудниками бактеріозів сої / О. О. Алексєєв, Т. Т. Гнатюк // Матеріали тез міжнародної науково-практичної конференції: «Інноваційні агротехнології за умов зміни клімату». – (7–9 червня 2013 р.). – Мелітополь: ТДАТУ, 2013. – С. 145–148.

14. **Алексєєв О. О.** Симбіоз *Bradyrhizobium japonicum* М-8 та 6346 з вірусостійким сортом сої Горлиця / О. О. Алексєєв, В. П. Патики // «XIII з'їзд Товариства мікробіологів України ім. С. М. Виноградського». – Ялта. – (1–6 жовтня 2013 р.). – Ялта. – С. 147.

15. **Алексєєв О. О.** Ефективність застосування *Bradyrhizobium japonicum* М-8 та 6346 на прикладі вірусостійкого сорту сої Горлиця / О. О. Алексєєв // Збірник наукових праць XXVIII науково-практична конференція аспірантів, магістрів та студентів: «Напрями досліджень в аграрній науці: стан та перспективи». – (13 березня 2014 р.). – Вінниця: ВНАУ, 2014 р. – С. 276–277.

16. **Алексєєв О. О.** Вплив бактеріального штаму *Bradyrhizobium japonicum* М-8 та 6346 на підвищення продуктивності та якості урожаю на прикладі вірусостійкого сорту Горлиця / О. О. Алексєєв, В. П. Патики // Тези

доповідей міжнародної наукової конференції: «Мікробіологія та імунологія – (22–24 квітня 2014 р.). – Київ: КНУ ім. Шевченка, 2014 р. – С. 31.

17. **Алексеев О. О.** Ефективність застосування бактеріальних біопрепаратів на вірусостійких поколіннях сортів сої / О. О. Алексеев // Науково-практична конференція аспірантів, студентів та магістрів: «Стратегія і тактика збереження довілля». – (7 квітня 2014 р.). – Вінниця: ВНАУ, 2014 р. – С. 162–163.

18. **Алексеев О. О.** Азотфіксація як вагомий чинник підвищення продуктивності сої / О. О. Алексеев // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції: «Сучасні агротехнології: тенденції та інновації». – (17–18 листопада 2015 р.). – Вінниця: ВНАУ, 2015 р. – С. 325–327.

19. **Алексеев О. О.** Фітосанітарний моніторинг хвороб сої / О. О. Алексеев // Збірник наукових праць Міжнародної наукової конференції молодих учених: «Інновації в сучасній агрономії». – (26–27 травня 2016 р.). – Вінниця: ВНАУ, 2016 р. – С. 145–146.

20. **Алексеев О. О.** Моніторинг мікробіологічної різноманітності сільськогосподарських угідь при вирощуванні *Glycine max (L.) Merr* / О. О. Алексеев // Всеукраїнська науково-практична конференція: «Екологічні проблеми сільського виробництва». – (7–8 грудня 2016 р.). – Вінниця: ВНАУ, 2016 р. – С. 104–106.

Анотація

Алексеева О. О. Функціонування симбіотичної системи соя – *Bradyrhizobium japonicum* за умов бактеріальної і вірусної інфекцій. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.07 – мікробіологія. – Уманський національний університет садівництва, Умань, 2017.

Отримано результати ефективності функціонування бобово-ризобіального симбіозу *Bradyrhizobium japonicum* – соя за резистентністю до дії фітопатогенних бактерій і вірусів.

Доведено, що застосування інокулянту сприяє підвищенню симбіотичної діяльності сої. Показано, що найвищий рівень урожайності сортів сої Горлиця та КиВін отримано при застосуванні ґрунтового гербіциду Харнес на фоні дії інокулянта *B. japonicum* М-8. Показано, що передпосівне оброблення насіння сої інокулянтом *B. japonicum* М-8 підвищувало у ризосфері ґрунту біомасу бактерій порівняно з варіантом без інокуляції.

Встановлено, що використання біопрепарату на основі *B. japonicum* М-8 позитивно вплинуло на амоніфікуючу та нітрифікуючу властивість ґрунту.

Виявлено, що передпосівна інокуляція та рівень забур'яненості напряму впливали на рівень вмісту білка в насінні сої.

Проведено скринінг пестицидів хімічного походження для сумісного використання з мікробними препаратами.

Встановлено чутливість основних родів фітопатогенних бактерій до препаратів хімічного походження шляхом поєднання обробки насіння сої інокулянтном *B. japonicum* М-8 та пестицидного навантаження.

Показано, що при дії ВМС зниження азотфіксувального потенціалу бульбочкових бактерій сої сорту Горлиця не виявлено, на відміну від толерантного сорту КиВін. Виявлено, що дія фітопатогенних бактерій, грибів та вірусів на симбіотичний апарат сої залежить від сорту, виду та агресивності штаму.

На підставі проведеної економічної та біоенергетичної оцінки обґрунтовано позитивний вплив інокуляції посівного матеріалу препаратом інокулянту бактеріальних штамів *B. japonicum* М-8 на основі бульбочкових бактерій.

Ключові слова: бобово-ризобіальний симбіоз, *B. japonicum* М-8, соя, фітопатогенні мікроорганізми, інокуляція, скринінг, пестициди.

Аннотація

Алексеева А. А. Функционирование симбиотической системы соя – *Bradyrhizobium japonicum* в условиях бактериальной и вирусной инфекций. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 03.00.07 – микробиология. – Уманский национальный университет садоводства, Умань, 2017.

Получены результаты эффективности функционирования бобово-ризобияльного симбиоза *Bradyrhizobium japonicum* – соя за резистентностью к действию фитопатогенных бактерий и вирусов.

Доказано, что применение инокулянта способствует повышению симбиотической деятельности сои. Показано, что высокий уровень урожайности сортов сои Горлиця и КиВін получено при применении почвенного гербицида Харнес на фоне действия инокулянта *B. japonicum* М-8. Показано, что предпосевная обработка семян сои инокулянтном *B. japonicum* М-8 повышала в ризосфере почвы биомассу бактерий по сравнению с вариантом без инокуляции.

Установлено, что использование биопрепарата на основе *B. japonicum* М-8 положительно повлияло на амонифицирующее и нитрифицирующее свойство почвы.

Виявлено, що предпосевная інокуляція і рівень засоренності напряму впливали на рівень содержания белка в семенах сои.

Проведено скринінг пестицидів хімічного походження для совместного использования с микробными препаратами.

Установлена чутливість основних родів фітопатогенних бактерій к препаратам хімічного походження путем сочетания обработки семян сои инокулянтном *B. japonicum* М-8 и пестицидной нагрузки.

Показано, що при впливі ВМС зниження азотфіксуючого потенціала клубенькових бактерій сої сорта Горлиця не обнаружено, в отличие от толерантного сорта КиВін. Виявлено, що действие

фитопатогенных бактерий, грибов и вирусов на симбиотический аппарат сои зависит от сорта, вида и агрессивности штамма.

На основании проведенной экономической и биоэнергетической оценки обоснованно положительное влияние инокуляции посевного материала препаратом инокулянта бактериальных штаммов *B. japonicum* М-8 на основе клубеньковых бактерий.

Ключевые слова: бобово-ризобиальный симбиоз, *B. japonicum* М-8, соя, фитопатогенные микроорганизмы, инокуляция, скрининг, пестициды.

Annotation

Aliksieieva O. O. Functioning of the Symbiotic System Soybean – *Bradyrhizobium japonicum* under the Conditions of Bacterial and Virus Infections. – Manuscript.

Ph. D. thesis in Agricultural Science in speciality 03.00.07 – Microbiology. – Uman National University of Horticulture, Uman, 2017.

Analysis of the sources of literature on the research testifies that the methodology of application of the inoculum, protectant and soil herbicide as well as the specific features of fulfilment of soybean varietal potential under different inoculum strains on the background of particular soil and climatic conditions have been studied insufficiently. The processes of the interaction between the symbiotic rhizobium system of soybean and the most harmful phyto- and virus-pathogenic agents are still unexplored.

Based on the conducted researches the results of the effectiveness of functioning of legume-rhizobium symbiosis of *B. japonicum* – soybean by the resistance to the effect of phytopathogenic bacteria and viruses are obtained.

It is proved that inoculum application enhances soybean symbiotic activity. It is shown that the highest yield of soybean varieties Horlytsia and KyVin – 3.32 t/ha and 2.69 t/ha respectively, which is by 104 % and 95 % more compared with the control – was received when applying soil herbicide Kharnes on the background of inoculum *B. japonicum* М-8 and this is directly due to destruction and control of the majority of weeds in the variant of this experiment.

It is shown that pre-planting soybean seed treatment with inoculum *B. japonicum* М-8 increased bacteria biomass in the soil rhizosphere more than 1.2 times, the number of oligonitrophilic bacteria 1.77 times, streptomycetes – 2.15 times, cellulose destructive microorganisms – 11.0 times compared with the variant without inoculation.

It is established that the use of the biological preparation based on *B. japonicum* М-8 had a positive impact on the ammonifying and nitrifying soil feature: ammonifying soil capacity increased to 282 mg NH₃/100 g compared with the control and nitrifying – 62 mg NO₃/100 g of soil.

It is found that pre-planting inoculation and the level of weed infestation had direct impact on the level of protein content in soybean seed.

Screening of pesticides of the chemical origin for the combined use with microbial preparations is conducted. Sensitivity of the basic genera of phytopathogenic bacteria to preparations of the chemical origin is set by the

combination of soybean seed treatment with inoculum *B. japonicum* M-8 and pesticide burden.

It is shown that nitrogen-fixing potential of nodule bacteria of Horlytsia variety has not been reduced under the effect of SMV, unlike tolerant KyVin variety. It is found that the effect of pathogenic bacteria, fungi and viruses on the soybean symbiotic apparatus depends on the variety, type and aggressiveness of the strain.

Positive effect of the planting material inoculation with the preparation of inoculum of bacterial strains *B. japonicum* M-8 based on the nodule bacteria is proved due to the economic and bioenergy assessment.

Key words: legume-rhizobium symbiosis, *B. japonicum* M-8, soybean, phytopathogenic microorganisms, inoculation, screening, pesticides.