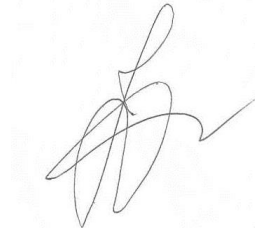


УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

ІВАСЮК ЮЛІЯ ІГОРІВНА



УДК 633.34:579.841.3:631.811.98:632.954

**ЕФЕКТИВНІСТЬ СИМБІОЗУ СОЯ – БУЛЬБОЧКОВІ БАКТЕРІЇ ЗА
ВИКОРИСТАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ І ГЕРБІЦИДУ**

03.00.07 – мікробіологія

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

УМАНЬ – 2017

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Уманському національному університеті садівництва Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор сільськогосподарських наук, професор
Грицаєнко Зінаїда Мартинівна, Уманський національний університет садівництва, завідувач кафедри мікробіології, біохімії і фізіології рослин.

Офіційні опоненти: доктор біологічних наук, професор, академік НААН
Патика Володимир Пилипович, Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України, завідувач відділу фітопатогенних бактерій;

кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

Горбань Віра Петрівна, Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, вчений секретар.

Захист відбудеться «11» 05 2017 року о 10⁰⁰ годині 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., 20305.

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

Автореферат розісланий «06» 04 2017 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої
ради



Р. М. Притуляк

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. Сучасне аграрне виробництво характеризується частковим внесенням мінеральних і органічних добрив на фоні інтенсивного застосування хімічних препаратів, що нагально актуалізує необхідність пошуку додаткових джерел живлення рослин за одночасного послаблення негативної дії в агроценозах пестицидів (Sarnaik S. S., 2006). Дієвим шляхом зменшення негативної дії хімічних речовин на навколишнє природне середовище є повна або часткова їх заміна біологічними препаратами з біоконтролюючим потенціалом (Іутинська Г. О., 2006).

Нині наявні наукові матеріали відображають суперечливі дані стосовно роздільного та інтегрованого застосування хімічних і біологічних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур. Разом з тим більшість науковців (Грицаєнко З. М. та ін. 2008; V. P. Ратука, 2014) доводять позитивний вплив від їх комбінування на функціонування мікробного ґрунтового комплексу та проходження основних фізіологічних процесів у рослинах за одночасного зростання їх продуктивності і покращення якості врожаю (Карпенко В. П. та ін. 2010; Дерев'янський В. П. та ін. 2013). Проте низка питань стосовно інтегрованої дії мікробних препаратів (МП), регуляторів росту рослин (РРР) і гербіцидів у посівах сої на ефективність функціонування системи *Glycine max* (L.) Merr. – *Bradyrhizobium japonicum*, а звідси і на підвищення продуктивності посівів і якості врожаю, залишається невивченою. У зв'язку з цим вирішення завдання підвищення ефективності функціонування симбіотичного апарату сої за інтегрованого застосування хімічних і біологічних препаратів дозволить розробити для виробництва елементи біологізованої технології вирощування культури, що в нинішніх умовах аграрного виробництва є вкрай актуальним і необхідним.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалась автором упродовж 2013–2015 рр. та була складовою частиною теми досліджень кафедри мікробіології, біохімії і фізіології рослин «Розробка науково обґрунтованих новітніх технологій виробництва екологічно чистої продукції рослинництва з мінімальним пестицидним навантаженням у сівозміні» (номер державної реєстрації 0105U00560), що входить у програму наукових досліджень Уманського національного університету садівництва «Оптимізація використання природного і ресурсного потенціалу агроєкосистем Правобережного Лісостепу України» (номер державної реєстрації 0116U003207).

Мета і завдання дослідження. Метою роботи було встановлення особливостей комплексної дії бактерій *Bradyrhizobium japonicum* M8, різних способів застосування регулятора росту рослин Регоплант і норм гербіциду Фабіан на функціонування азотфіксувального симбіотичного апарату *Glycine max* (L.) Merr. – *Bradyrhizobium japonicum*, проходження мікробіологічних процесів у ґрунті та фізіолого-біохімічних, анатомо-морфологічних і продукційних змін у рослинах сої. На основі отриманих експериментальних даних – розробити, обґрунтувати і впровадити у виробництво екологічно

безпечні заходи з ефективного застосування препаратів хімічної та біологічної природи у технології вирощування сої.

Для досягнення мети необхідно було вирішити наступні **завдання**:

- дослідити ефективність функціонування симбіотичної системи *Glycine max* (L.) Merr. – *Bradyrhizobium japonicum* залежно від застосування мікробного препарату Ризобофіт, регулятора росту рослин Регоплант і гербіциду Фабіан;
- з'ясувати дію Ризобофіту, Регопланту і Фабіану на формування й функціонування різних ризосферних угруповань мікробіоти сої;
- дослідити активність основних ґрунтових ферментів у ризосфері сої на фоні роздільного й інтегрованого застосування досліджуваних препаратів залежно від функціонування симбіотичної азотфіксувальної системи *Glycine max* (L.) Merr. – *Bradyrhizobium japonicum*;
- встановити особливості формування пігментного комплексу листкового апарату сої залежно від реалізації потенціалу мікробно-рослинної взаємодії на фоні використання біологічних препаратів і гербіциду;
- виявити структурні зміни в анатомо-морфологічній будові листкового апарату за дії препаратів та з'ясувати їх вплив на формування площі листкової поверхні посівів сої;
- вивчити дію роздільного й інтегрованого застосування біологічних препаратів і гербіциду на розвиток у посівах сої сегетальної рослинності, формування продуктивності посівів і якості врожаю;
- дати економічне й енергетичне обґрунтування роздільному та інтегрованому застосуванню біологічних препаратів і гербіциду в технології вирощування сої, на цій основі розробити і впровадити у виробництво науково обґрунтовані заходи з їх застосування, що стануть основою біологізації виробництва зерна даної культури.

Об'єкт дослідження – функціонування симбіотичної азотфіксувальної системи *Glycine max* (L.) Merr. – *Bradyrhizobium japonicum*, мікробіологічні процеси в ґрунті, фізіологічні процеси в рослинах та продуктивність посівів сої за дії мікробного препарату Ризобофіт, регулятора росту рослин Регоплант і гербіциду Фабіан.

Предмет дослідження – соя сорту Романтика, регулятор росту рослин Регоплант та гербіцид Фабіан, симбіотична система *Glycine max* (L.) Merr. – *Bradyrhizobium japonicum*, мікробіологічна активність ґрунту, основні фізіологічні процеси у рослинах сої та формування продуктивності посівів.

Методи дослідження. Польовий – закладання дослідів у польових умовах для з'ясування ефективності дії мікробного препарату Ризобофіт, регулятора росту рослин Регоплант і гербіциду Фабіан.

Лабораторний – дослідження мікробіологічними, анатомо-морфологічними та фізіолого-біохімічними методами кількісних і якісних змін у ґрунті й рослинах сої.

Статистичний – встановлення на основі дисперсійного та кореляційного аналізів достовірності отриманих даних.

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше в умовах Правобережного Лісостепу України розширено уявлення про функціонування

симбіотичної азотфіксувальної системи *Glycine max* (L.) Merr. – *Bradyrhizobium japonicum* на фоні роздільного та інтегрованого застосування мікробного препарату Ризобофіт, регулятора росту рослин природного походження Регоплант і гербіциду Фабіан. Дістала подальшого розвитку низка питань щодо формування ризосферних мікробних угруповань сої, активності проходження в рослинах фізіолого-біохімічних процесів, формування продуктивності посівів і якості зерна залежно від особливостей функціонування симбіотичної бобово-ризобіальної системи *Glycine max* (L.) Merr. – *Bradyrhizobium japonicum*.

Уперше доведено, що гербіцид Фабіан 90 г/га у суміші з регулятором росту рослин Регоплант 50 мл/га на фоні передпосівної обробки насіння сумішшю мікробного препарату Ризобофіт 100 мл/гектарну норму насіння й регулятора росту рослин Регоплант 50 мл/т забезпечує найефективніше функціонування симбіотичної системи *Glycine max* (L.) Merr. – *Bradyrhizobium japonicum* за зниженого на 10 % хімічного навантаження на навколишнє середовище.

Впроваджена модель інтегрованого застосування в посівах сої мікробного препарату, регулятора росту рослин і гербіциду може слугувати теоретичною основою для розробки елементів біологізованих технологій на інших сільськогосподарських культурах.

Практичне значення одержаних результатів полягає у розробці оптимальної за складом і дією на симбіотичний апарат сої, ризосферну мікробіоту й рослини бакової суміші препаратів, яка забезпечує суттєве підвищення продуктивності посівів.

Науково обґрунтовані результати досліджень пройшли виробничу перевірку в технологіях вирощування сої в господарствах: СТОВ Агрофірма «Рось» Корсунь-Шевченківського району Черкаської області (акт впровадження від 20. 10. 2016 року) і ТОВ «Аграрій СВПП» Уманського району Черкаської області (акт впровадження від 10. 01. 2017 року) на загальній площі 50 га, де забезпечили одержання високого економічного прибутку.

Матеріали дисертаційної роботи апробовані при викладанні дисциплін «Мікробіологія» та «Фізіологія рослин» в Уманському національному університеті садівництва, а також лягли в основу методичних рекомендацій «Біологізована технологія вирощування бобових культур (соя, горох)», Умань, 2016.

Особистий внесок здобувача полягає у самостійному опрацюванні наукової літератури за темою дисертації, оволодінні необхідними методиками досліджень, виконанні польових і лабораторних досліджень, узагальненні отриманих результатів, написанні наукових статей та впровадженні результатів досліджень у виробництво.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертації доповідались і обговорювались на розширених засіданнях кафедри мікробіології, біохімії і фізіології рослин Уманського національного університету садівництва та науково-дослідної проблемної лабораторії із розробки ефективних заходів боротьби із бур'янами Міністерства аграрної політики та продовольства України (2013–2015 рр.); Всеукраїнській науковій

конференції «Підвищення ефективності ресурсозберігаючих технологій на зернопереробних підприємствах» (Умань, 2013р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні питання сучасної аграрної науки» (Умань, 2014 р.); П міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Інноваційні технології та інтенсифікація розвитку національного виробництва» (Тернопіль, 2015 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні питання сучасної аграрної науки» (Умань, 2015 р.); Міжнародній науковій конференції «Ресурсозберігаючі технології та їх правова і економічна оцінка в сільськогосподарському виробництві» (Київ, 2016 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Селекція, насінництво, технології вирощування круп'яних та інших сільськогосподарських культур: досягнення і перспективи» (Кам'янець-Подільський, 2016 р.); Міжнародної науково-практичної конференції «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур» (Дніпропетровськ, 2016 р.).

Публікації. Основні положення дисертації висвітлено в 16 публікаціях, у тому числі: у 7 фахових виданнях, що входять до наукометричних баз, у 1 електронному фаховому виданні й 1 науково-методичних рекомендаціях.

Обсяг і структура дисертації. Дисертаційну роботу викладено на 187 сторінках машинописного тексту, в т. ч. 122 – основного тексту, включаючи 28 таблиць і рисунків. Вона складається зі вступу, шести розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел наукової літератури, що нараховує 317 найменувань, з них 28 латиницею.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступній частині обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету і завдання, визначено об'єкт і предмет дослідження, висвітлено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів.

Мікробіологічні процеси в ґрунті та фізіолого-біохімічні в рослинах за використання в посівах сільськогосподарських культур біологічних і хімічних препаратів (огляд літератури).

У розділі наведено аналіз літературних джерел вітчизняних і зарубіжних авторів з вивчення впливу різних норм і способів застосування мікробних препаратів, регуляторів росту рослин та гербіцидів на функціонування симбіотичної системи бобових рослин, мікробіологічні процеси в ґрунті та фізіолого-біохімічні зміни в рослинах сільськогосподарських культур, у тому числі й сої; розглянуто вплив мікробних препаратів, регуляторів росту рослин та гербіцидів на формування врожаю, його якості та економічної ефективності.

На підставі аналізу наукової літератури показано подальшу необхідність дослідження комплексної дії мікробіних препаратів, регуляторів росту рослин та гербіцидів на функціонування симбіотичної системи *Glycine max* (L.) Merr. – *Bradyrhizobium japonicum*, що й визначило основні напрями досліджень за темою дисертаційної роботи.

Умови, об'єкти та методика проведення досліджень. Експериментальну

частину роботи виконано упродовж 2013–2015 років в умовах дослідного поля Уманського національного університету садівництва, розташованого в Маньківському природно-сільськогосподарському районі Середньо-Дніпровсько-Бузькому окрузі Лісостепової Правобережної провінції України. Ґрунтовий покрив дослідного поля – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі з вмістом в орному шарі 3,2–3,3 % гумусу. Ступінь насиченості профілю ґрунту основами складає 89,8–92,5 %, реакція ґрунтового розчину середньокисла (рН сольової суспензії – 5,5), гідролітична кислотність – 1,93–2,26 моль/кг ґрунту, вміст рухомих форм фосфору та калію (за методом Чирикова) – 100–120 і 80–90 мг/кг ґрунту, азоту лужногідролізованих сполук (за методом Корнфілда) – 100 мг/кг ґрунту. За основними характеристиками ґрунт дослідного поля відповідає типовим ґрунтам східноєвропейської частини.

У дослідах для інокуляції насіння сої використовували бактеріальну суспензію *Bradyrhizobium japonicum* М8 титр 3–4x10⁹ життєздатних клітин на мл препарату Ризобофіт, р; аналог – Ризоактив марка Р, р); регулятор росту рослин Регоплант (Regoplant®) в. с. р. – біорегулятор третього покоління (регулятор росту рослин «Радостим», що містить діючі речовини регулятора росту рослин Емістим С – 0,3 г/л; калієву сіль альфа-нафтилоцтової кислоти – 1,0 мг/л; комплекс біогенних мікроелементів В³⁺, Cu²⁺, Mn²⁺, Zn²⁺, Co²⁺, Fe²⁺, J-, Мо⁶⁺ – загальна концентрація 1,75 г/л; лікарський засіб «Діамантовий зелений» – 0,01 г/л та Аверсектин С – природний комплекс, що складається з 8 індивідуальних авермектинів – 0,01 г/л); системний гербіцид Фабіан: імазетапір, 450 г/кг + хлорімурон-етил, 150 г/кг, належить до інгібіторів синтезу ацетолактакситази.

Дослідження виконували на рослинах сої (*Glycine Max.* (L.) Merr.) різновид – *Ukrainica*, сорт Романтика.

Схема досліду включала 17 варіантів, детально представлених у таблицях. У варіанті 3 проводили обробку вегетуючих рослин Регоплантом у нормі 50 мл/га; у варіантах досліду 4, 5, 6 посіви обприскували гербіцидом Фабіан у нормах 90; 100 та 110 г/га; у варіантах 7, 8, 9 проводили сумісне обприскування посівів гербіцидом Фабіан (90; 100; 110 г/га) з Регоплантом (50 мл/га); у 10 варіанті мікробний препарат Ризобофіт у нормі 100 мл використовували для передпосівної обробки гектарної норми насіння сої в суміші з регулятором росту рослин Регоплант (250 мл/т) – фон; у 11 варіанті проводили обприскування вегетуючих рослин Регоплантом (50 мл/га) по фоні передпосівної обробки насіння Ризобофітом (100 мл) з Регоплантом (250 мл/т); у варіантах 12, 13, 14 по фоні передпосівної обробки насіння Ризобофітом (100 мл) з Регоплантом (250 мл/т) рослини обприскували Фабіаном (90; 100; 110 г/га); у 15, 16, 17 варіантах на фоні передпосівної обробки насіння Ризобофітом (100 мл) з Регоплантом (250 мл/т) рослини обприскували баковою сумішшю Фабіану (90; 100; 110 г/га) з Регоплантом (50 мл/га).

Обприскування посівів препаратами виконували у фазу гілкування культури, з витратою робочого розчину 300 л/га. Повторність досліду – триразова, з послідовним розташуванням варіантів. Площа дослідної ділянки –

90–100 м², облікової – 50 м². Сою у досліджах вирощували за загальноприйнятою для Лісостепу України технологією.

Обліки та спостереження, мікробіологічні, фізіологічні, біохімічні та анатомічні дослідження, вивчення якості зерна у досліджах виконували згідно широкоапробованих методик: ефективність функціонування симбіотичної системи *Glycine max* (L.) Merr. – *Bradyrhizobium japonicum*, а саме облік бульбочок, їх маси та розвиток симбіотичних бактерій *Bradyrhizobium japonicum* у бульбочках сої виконували за методиками, викладеними В. В. Волкогоним і ін. (2010), вміст у бульбочках леггемоглобіну – за Г. С. Посипановим (1991); ріст і розвиток асоціативних бактерій роду *Azotobacter* оцінювали на безазотистому живильному середовищі Ешбі за обростанням колоніями ґрунтових грудочок, роду *Clostridium* – на середовищах В. Т. Ємцева і С. М. Виноградського (Грицаєнко З. М. та ін., 2003); загальну чисельність мікроорганізмів у ризосфері сої визначали за загальноприйнятими методиками, описаними Д. Г. Звягінцевим та ін. (1991): зокрема загальну чисельність бактерій визначали шляхом висіву ґрунтової суспензії відповідних розведень на МПА, мікроміцетів – на Чапека, актиноміцетів на ККА, амоніфікуючих бактерій – на МПБ, нітрифікуючих – на елективному середовищі С. М. Виноградського, целюлозоруйнівних – на середовищі на О. О. Імшенецького та Л. І. Солнцевої, чисельність мікроорганізмів виражали в колонієутворюючих одиницях (КУО) в 1 г сухого ґрунту; активність ґрунтових ферментів: каталази – за методикою Ждонсона і Темпле (Хазієв Ф. Х., 2005), інвертази та протеази – за методиками, описаними З. М. Грицаєнко та ін. (2003); площу листової поверхні – з використанням висічок (Грицаєнко З. М. та ін., 2003); вміст в листках хлорофілів – визначали спектрофотометричним методом з наступним використанням для розрахунків формул (Грицаєнко З. М. та ін., 2003; Войцехівська О. В., 2010); анатомічну будову листового апарату та стебел сої вивчали на системному мікроскопі LEICA – 295 при збільшенні 20x і 40x з фіксованою цифровою камерою LEICA ICC HD, яка встановлюється по ходу променя 50 %, за методикою, А. О. Грицаєнка та ін. (2003); коефіцієнт морфоструктури визначали за методикою, запропонованою В. П. Карпенком (2008); облік урожаю виконували подільською, збиранням комбайном «Сампо» з наступним зважуванням і перерахунком на стандартну вологість; вміст у зерні сої білків і олії – з використанням аналізатора Infratec 1241 (Standart) (Городній М. М., 2007), порівняння вмісту білків і олії в зерні сої проводили згідно вимог ДСТУ 4964:2008 (2010); економічну ефективність використання біологічних препаратів і гербіциду розраховували за загальноприйнятими методиками на основі діючих нормативів; енергетичний аналіз – за рекомендаціями, викладеними О. К. Медведовським (1988); статистичну обробку результатів досліджень проводили за методами дисперсійного та кореляційного аналізів, описаними Б. А. Доспеховим (1985).

Функціонування симбіотичного апарату *Glycine max* (L.) Merr. – *Bradyrhizobium japonicum* та основних мікробних угруповань ризосфери сої за дії гербіциду Фабін, регулятора росту рослин Регоплант та мікробного препарату Ризобофіт.

Симбіотичний апарат *Glycine max* (L.) Merr. – *Bradyrhizobium japonicum*. Результати проведених досліджень (табл. 1) засвідчили залежність формування симбіотичного апарату сої *Glycine max* (L.) Merr. – *Bradyrhizobium japonicum* від норм і способів застосування досліджуваних препаратів та погодних умов. Зокрема найбільша кількість бульбочок на кореневій системі сої з одночасним зростанням їх маси формувалась у 2014 році, оптимальному за вологозабезпеченням.

Таблиця 1

Вплив комбінованого застосування біопрепаратів та гербіциду на формування нодуляційного апарату сої (фаза завершення цвітіння – початок утворення бобів)

Варіант досліджу	2013 р.	2014 р.	2015 р.	Середнє за три роки
Без застосування препаратів (контроль I)	34/1,30*	35/1,80	22/1,90	30/1,67
Ручні прополювання упродовж вегетаційного періоду (контроль II)	37/1,35	38/2,10	25/2,02	33/1,82
Регоплант 50 мл/га	43/1,63	45/2,25	37/1,99	42/1,95
Фабіан 90 г/га	35/1,49	39/2,02	28/1,89	34/1,80
Фабіан 100 г/га	35/1,42	37/1,99	26/1,79	32/1,73
Фабіан 110 г/га	34/1,41	35/1,96	23/1,74	30/1,70
Фабіан 90 г/га + Регоплант 50 мл/га	48/1,10	40/2,20	23/2,40	37/1,90
Фабіан 100 г/га + Регоплант 50 мл/га	47/1,52	40/2,18	22/1,86	36/1,85
Фабіан 110 г/га + Регоплант 50 мл/га	44/1,47	38/2,17	21/1,80	34/1,81
Ризобофіт 100 мл + Регоплант 250 мл/т (фон)	54/2,18	57/2,49	41/2,24	51/2,30
Фон + Регоплант 50 мл/га	57/2,30	59/2,50	47/2,40	54/2,40
Фон + Фабіан 90 г/га	49/1,88	42/2,18	28/1,90	39/1,99
Фон + Фабіан 100 г/га	50/1,84	40/2,15	25/1,79	37/1,93
Фон + Фабіан 110 г/га	46/1,82	38/2,11	22/1,77	35/1,90
Фон + Фабіан 90 г/га + Регоплант 50 мл/га	51/1,90	54/2,70	27/2,10	44/2,23
Фон + Фабіан 100 г/га + Регоплант 50 мл/га	48/1,86	52/2,58	25/2,18	41/2,20
Фон + Фабіан 110 г/га + Регоплант 50 мл/га	46/1,80	48/2,47	25/2,09	39/2,12
<i>НІР</i> ₀₅	5/0,14	3/0,11	7/0,16	

Примітка: * над ризикою – кількість бульбочок, шт./рослину; під ризикою – маса бульбочок, г

Разом з тим максимальне наростання бульбочок і їх маси простежувалось у фазу завершення цвітіння–початку утворення бобів, зокрема у варіантах досліджу з обробкою перед сівбою насіння Ризобофітом 100 мл у суміші з Регоплантом 250 мл/т та посходовому обприскуванні посівів по даному фону

гербицидом Фабіан у нормах 90, 100 і 110 г/га разом із Регоплантом 50 мл/га, де в середньому за роки досліджень перевищення до контролю I за кількістю складало 47–30 %, за масою 34–27 %, а в порівнянні з варіантом сумісного посходового застосування Фабіану і Регопланту, внесених не по фоні передпосівної обробки насіння Ризобофітом і Регоплантом, за кількістю – 23–13 %, за масою – 14–8 %.

Як свідчать наведені дані, інтегроване застосування біологічних препаратів і гербициду зумовлювало оптимальний вплив на формування нодуляційного апарату *Glycine max* (L.) Merr. – *Bradyrhizobium japonicum*, зокрема застосування для передпосівної обробки насіння РРР сприяло активнішому наростанню як надземної маси, так і кореневої системи рослин сої, чим створювалась додаткова площа для колонізації її інтродукованими бактеріями *Bradyrhizobium japonicum* (Патика В. П., 2014; Пономаренко С. П., 2015), в свою чергу, посходове внесення гербициду і РРР забезпечувало не тільки знищення сегетальної рослинності, конкурентної за вологу й поживні речовини, а й сприяло покращенню проходження ростових і фізіолого-біохімічних процесів у рослинах сої, особливо за додаткового рiстстимулювального впливу з боку РРР (Андреюк К. І. та ін., 2001).

Розвиток бактерій *Bradyrhizobium japonicum* у бульбочках сої. Утворення рослиною-живителем спеціалізованих структур, що містять мікробні клітини, є характерною ознакою мутуалістичного симбіозу. Ці органи є екологічною нішею, структурною основою для обміну метаболітами, а також для контролю чисельності і фізіологічної активності симбіонта (Лутова Л. А. і ін., 2000).

Проведені дослідження засвідчили, що найактивніше розвиток бактерій *Bradyrhizobium japonicum* у бульбочках сої в середньому за 2013–2015 рр. відбувався у фазу початку цвітіння. Так, за передпосівної обробки насіння Ризобофітом 100 мл + Регоплант 250 мл/т кількість азотфіксувальних бактерій в 1 г сирої маси бульбочок зростала до контролю I на 19 %. За внесення по даному фоні гербициду Фабіан 90–110 г/га кількість бактерій *Bradyrhizobium japonicum* зростала відносно контролю I на 32–15 % відповідно, а за поєднання внесення Фабіану 90–110 г/га з Регоплантом 50 мл/га по фоні їх кількість перевищувала контроль I на 66–58 % відповідно.

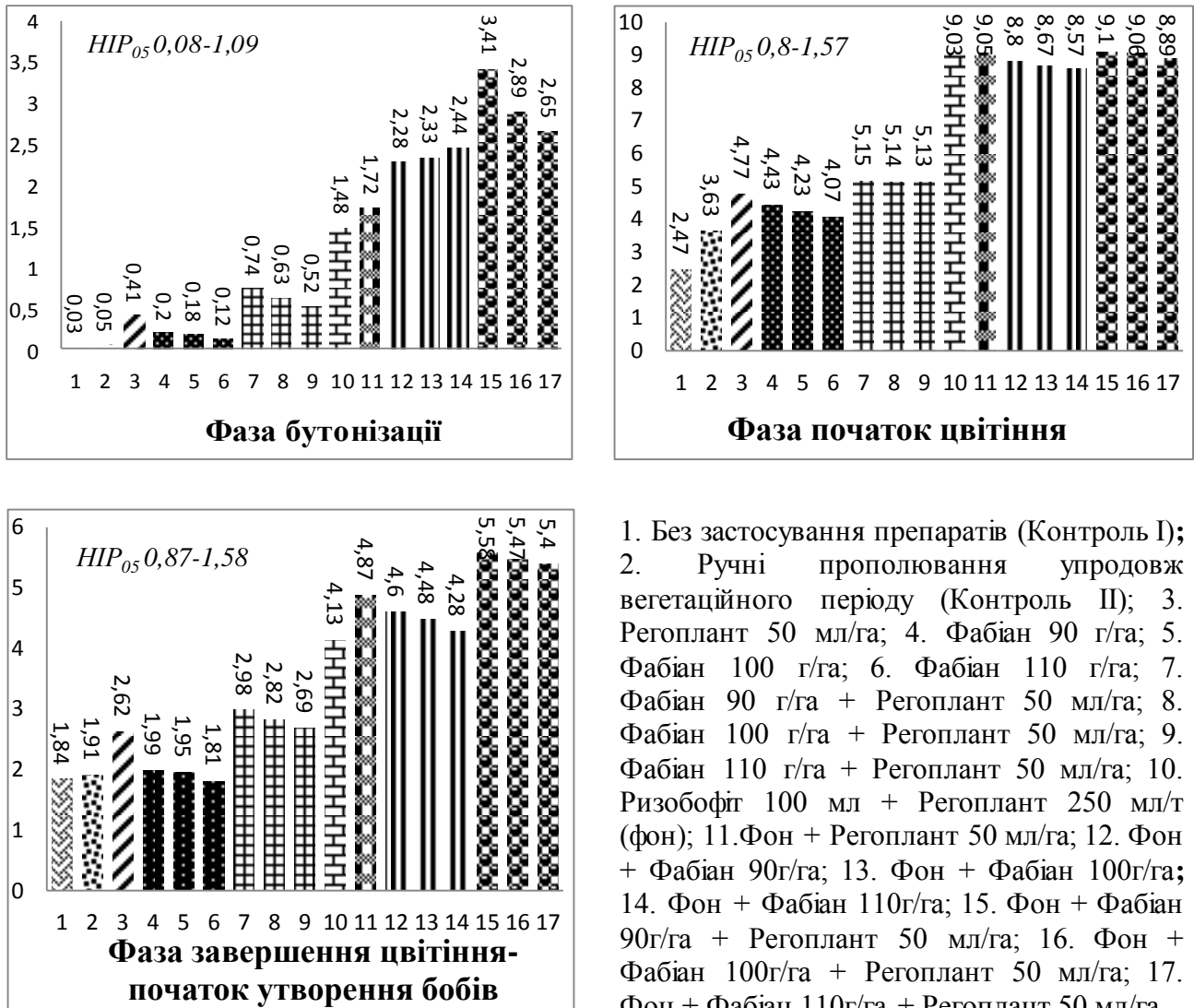
Отже, досліджувані препарати позитивно впливали на розвиток азотфіксувальних бактерій *Bradyrhizobium japonicum* у бульбочках сої, проте найсприятливішою за впливом на їх чисельність виявилась композиція із використанням оптимальної норми гербициду, внесеної разом з РРР по фоні передпосівної обробки насіння МП і РРР.

Синтез леггемоглобіну. Важливим показником ефективності функціонування симбіотичної азотфіксувальної системи *Glycine max* (L.) Merr. – *Bradyrhizobium japonicum* є наявність у бульбочках леггемоглобіну, від якого напряму залежить процес азотфіксації.

Встановлено, що у фазу бутонізації у варіанті досліді із застосуванням передпосівної обробки насіння МП з РРР його вміст зростав у 49 разів порівняно з контрольним варіантом (I), в якому коренева система сої була

колонізована аборигенними азотфіксувальними симбіотичними мікроорганізмами.

У середньому за 2013–2015 рр. у фазу завершення цвітіння–початку утворення бобів внесення Фабіану в нормах 90–110 г/га за передпосівної обробки насіння Ризобофітом 100 мл + Регоплант 250 мл/т зумовило зростання у бульбочках сої вмісту леггемоглобіну відносно контролю I у 2,5–2,3 рази, тоді як за сумісного внесення цих же норм гербіциду Фабіан з РРР Регоплант по фоні вміст леггемоглобіну перевищував показники контролю I у 3,0–2,9 рази (рис. 1).



1. Без застосування препаратів (Контроль I);
2. Ручні прополювання упродовж вегетаційного періоду (Контроль II);
3. Регоплант 50 мл/га;
4. Фабіан 90 г/га;
5. Фабіан 100 г/га;
6. Фабіан 110 г/га;
7. Фабіан 90 г/га + Регоплант 50 мл/га;
8. Фабіан 100 г/га + Регоплант 50 мл/га;
9. Фабіан 110 г/га + Регоплант 50 мл/га;
10. Ризобофіт 100 мл + Регоплант 250 мл/т (фон);
11. Фон + Регоплант 50 мл/га;
12. Фон + Фабіан 90г/га;
13. Фон + Фабіан 100г/га;
14. Фон + Фабіан 110г/га;
15. Фон + Фабіан 90г/га + Регоплант 50 мл/га;
16. Фон + Фабіан 100г/га + Регоплант 50 мл/га;
17. Фон + Фабіан 110г/га + Регоплант 50 мл/га.

Рис. 1. Вміст леггемоглобіну в бульбочках сої за дії різних норм гербіциду Фабіан, РРР Регоплант і МП Ризобофіт (середнє за роки досліджень), мг/г сирової речовини бульбочок.

Виконаний кореляційний аналіз між чисельністю азотфіксувальних бактерій і вмістом у бульбочках леггемоглобіну засвідчив середній прямий зв'язок ($r=0,41$), який опосередковано може демонструвати залежність активності азотфіксації в симбіотичній системі *Glycine max* (L.) Merr. –

Bradyrhizobium japonicum від ефективності інокуляції насіння активним штамом *Bradyrhizobium japonicum* М8.

Азотфіксувальні мікроорганізми родів *Azotobacter* і *Clostridium*.

Відомо, що в посівах бобових культур окрім симбіотичних азотфіксувальних мікроорганізмів важливе значення в забезпеченні азотного живлення відіграють асоціативні азотфіксатори, які слугують індикатором у відношенні дії антропогенних та інших чинників (Шерстобоева О. В., 2004).

Встановлено, що на десяту добу після внесення у посівах гербіциду Фабіан простежувалось пригнічення розвитку бактерій роду *Azotobacter*, у той же час бактерії роду *Clostridium* виявились стійкими до дії даного хімічного агента. На двадцяту добу обліку найактивніший розвиток азотфіксувальних бактерій родів *Azotobacter* і *Clostridium* було виявлено за дії композицій препаратів Ризобофіт 100 мл з Регоплантом 250 мл/т + Фабіан 90–110 г/га з Регоплантом 50 мл/га, де їх чисельність відносно контролю I зростала майже вдвічі. Очевидно, це є наслідком зниження негативної дії в посівах ксенобіотика на фоні активації проходження в рослинах фізіолого-біохімічних процесів та загальних мікробіологічних – у ґрунті, які пов'язані з детоксикацією гербіциду.

Активність мікробіоти посівів сої за дії мікробного препарату Ризобофіт, регулятора росту рослин Регоплант та гербіциду Фабіан. Направленість діяльності ґрунтової мікробіоти визначає рівень формування урожайності сільськогосподарських культур, адже мікроорганізми перебувають у тісній взаємодії з усіма компонентами біоценозу (Копилов Є. П., 2012).

Дослідженнями встановлено, що за внесення гербіциду Фабіан 90–110 г/га чисельність ризосферних бактерій сої зростала відносно контролю I на 34–27 %; мікроміцетів – на 32–25 %, актиноміцетів – 9–3 %, сумісне застосування тих же норм гербіциду з Регоплантом 50 мл/га забезпечувало зростання кількості бактерій на 43–38 %, мікроміцетів – 46–42 %, актиноміцетів – 27–20 %. На фоні передпосівної обробки насіння сої препаратами Ризобофіт 100 мл і Регоплант 250 мл/т збільшення загальної кількості бактерій відносно контролю I складало 54 %, мікроміцетів – 23 %, актиноміцетів – 31 %. Найвищі показники розвитку мікробіоти в ризосфері сої було відмічено за внесення по фоні гербіциду Фабіан 90 г/га у поєднанні з РРР Регоплант 50 мл/га, де збільшення загальної чисельності бактерій проти контрольного варіанту (I) в середньому склало 65 %, мікроміцетів – 75 %, актиноміцетів – 48 %.

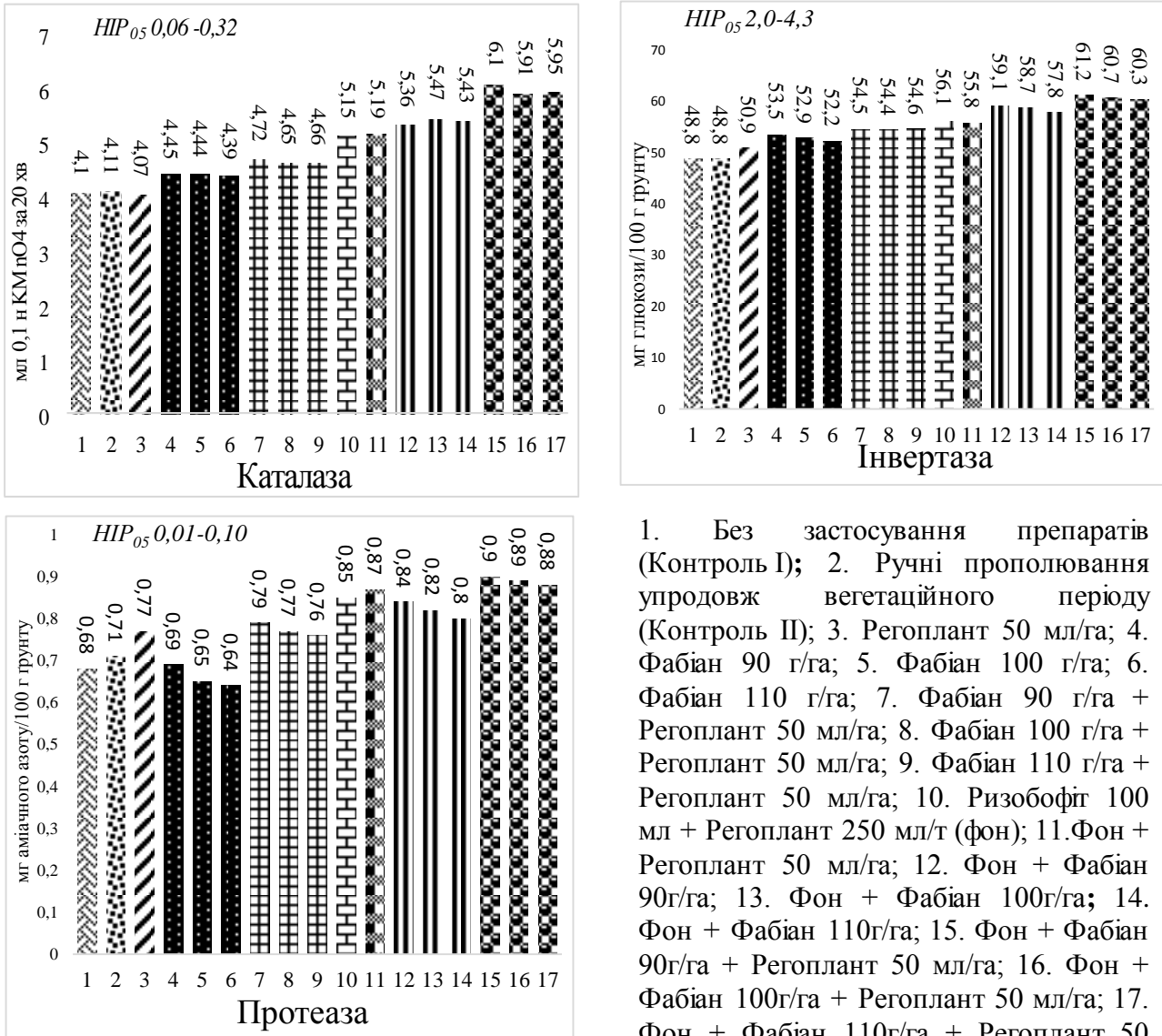
Подальші мікробіологічні дослідження ризосфери сої засвідчили, що целюлозоруйнівні та амоніфікуючі мікроорганізми були менш чутливими до дії гербіциду, ніж нітрифікуючі. Разом з тим інтегроване застосування МП Ризобофіт 100 мл з РРР Регоплант 250 мл/т + гербіцид Фабіан 90–110 г/га з РРР Регоплант 50 мл/га зумовило зростання чисельності основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів у ризосфері сої: целюлозоруйнівних на 29–27 %; амоніфікуючих – 85–78 % та нітрифікуючих – 148–132 %.

Зростання чисельності ризосферної мікробіоти сої може свідчити про створення для її розвитку позитивних умов, у тому числі й з боку функціонування бульбочкових бактерій, які фіксуючи азот, активізують ростові

й фотосинтетичні процеси в рослинах сої, стимулюючи надходження в ризосферу підвищеної кількості ексудатів (Карпенко В. П. і ін., 2012).

Активність основних ґрунтових ферментів. Ґрунтові ферменти відображають спрямованість проходження в ґрунті трансформаційних процесів, обумовлених дією біологічно активних речовин (Хазієв Ф. Х., 2005).

Встановлено, що за передпосівної обробки насіння МП Ризобофіт 100 мл з РРР Регоплант 250 мл/т активність каталази зростала на 26 %, інвертази – на 15 %, протеази – на 25 % відносно контролю I за обліку на двадцять добу (рис 2.).



1. Без застосування препаратів (Контроль I); 2. Ручні прополювання упродовж вегетаційного періоду (Контроль II); 3. Регоплант 50 мл/га; 4. Фабіан 90 г/га; 5. Фабіан 100 г/га; 6. Фабіан 110 г/га; 7. Фабіан 90 г/га + Регоплант 50 мл/га; 8. Фабіан 100 г/га + Регоплант 50 мл/га; 9. Фабіан 110 г/га + Регоплант 50 мл/га; 10. Ризобофіт 100 мл + Регоплант 250 мл/т (фон); 11. Фон + Регоплант 50 мл/га; 12. Фон + Фабіан 90г/га; 13. Фон + Фабіан 100г/га; 14. Фон + Фабіан 110г/га; 15. Фон + Фабіан 90г/га + Регоплант 50 мл/га; 16. Фон + Фабіан 100г/га + Регоплант 50 мл/га; 17. Фон + Фабіан 110г/га + Регоплант 50 мл/га.

Рис. 2. Ферментативна активність ґрунту у посівах сої за використання гербіциду Фабіан, РРР Регоплант і МП Ризобофіт (середнє за роки досліджень), двадцять добу обліку.

Найвища ферментативна активність ґрунту в посівах сої була відмічена за інтегрованого застосування МП Ризобофіт 100 мл і РРР Регоплант 250 мл/т з наступним посходовим внесенням гербіциду Фабіан 90 г/га з РРР Регоплант 50

мл/га, де зростання активності каталази складало 48 і 49 %, інвертази – 28 і 25 %, протеази – на 62 і 32 % відповідно до контролю I та обліків, що узгоджується із високою чисельністю мікробіоти в ризосфері сої та окремих її фізіологічних груп. Коефіцієнт кореляції між узагальненими показниками чисельності мікробіоти в ризосфері сої та ферментативної активності склав $r=0,73$.

Біологічні процеси в рослинах сої за дії гербіциду Фабін, регулятора росту рослин Регоплант та мікробного препарату Ризобофіт.

Анатомо-морфологічні зміни у рослинах та особливості формування листкового апарату. З'ясовано, що за використання досліджуваних препаратів простежувалися суттєві зміни в анатомічній структурі епідермісу листкового апарату (табл. 2).

Таблиця 2

Площа листків сої залежно від дії різних норм гербіциду Фабіан, РРР Регоплант та МП Ризобофіт (фаза початку цвітіння, тис. м²/га)

Варіант досліджу	2013 р.	2014 р.	2015 р.	Середня за три роки
Без застосування препаратів (контроль I)	25,3	28,4	24,2	26,0
Ручні прополювання упродовж вегетаційного періоду (контроль II)	27,8	30,9	25,7	28,1
Регоплант 50 мл/га	31,5	31,9	26,7	30,0
Фабіан 90 г/га	29,6	31,3	28,0	29,6
Фабіан 100 г/га	29,6	31,0	27,0	29,2
Фабіан 110 г/га	30,7	29,7	26,5	29,0
Фабіан 90 г/га + Регоплант 50 мл/га	33,8	34,2	32,3	33,4
Фабіан 100 г/га + Регоплант 50 мл/га	33,1	33,3	31,5	32,6
Фабіан 110 г/га + Регоплант 50 мл/га	31,9	33,4	31,8	32,4
Ризобофіт 100 мл + Регоплант 250 мл/т (фон)	35,8	36,4	34,2	35,4
Фон + Регоплант 50 мл/га	37,3	37,0	34,5	36,2
Фон + Фабіан 90 г/га	38,0	39,2	34,4	37,2
Фон + Фабіан 100 г/га	37,4	38,2	33,8	36,5
Фон + Фабіан 110 г/га	36,9	37,7	33,6	36,1
Фон + Фабіан 90 г/га + Регоплант 50 мл/га	39,9	43,3	35,8	39,7
Фон + Фабіан 100 г/га + Регоплант 50 мл/га	39,7	41,1	36,9	39,2
Фон + Фабіан 100 г/га + Регоплант 50 мл/га	39,2	40,1	37,0	38,7
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,21</i>	<i>0,56</i>	<i>0,18</i>	–

Зокрема виявлена закономірність, що зі збільшенням норми застосування Фабіану до 110 г/га площа клітин епідермісу зменшувалась. Найбільша площа клітин епідермісу формувалась у листках рослин, оброблених Фабіаном 90–110 г/га у суміші з РРР Регоплант 50 мл/га на фоні передпосівної обробки насіння МП Ризобофіт 100 мл з Регоплантом 250 мл/т, де перевищення у відношенні до контролю I складало 84–63 % при Км (коефіцієнт морфоструктури) 0,71–0,75.

Дані показники засвідчують формування у цих варіантах досліду мезоморфної структури листового апарату, яка характерна для найбільш продуктивних посівів з оптимальною площею листків

Так, якщо за дії Фабіану у нормах 90–110 г/га площа листків сої у фазу початку цвітіння перевищувала контроль I на 14–11 %, то за внесення цих же норм Фабіану з Регоплантом – на 29–24 %, а за використання даних препаратів по фоні обробки насіння Ризобофітом з Регоплантом – на 53–49 %.

Формування пігментного комплексу. Гербіциди різних класів, внесені як окремо, так і сумісно з біопрепаратами здатні впливати на вміст основних фотосинтетичних пігментів у листках сільськогосподарських культур (Грицаєнко З. М. і ін., 2008).

Доведено, що застосування передпосівної обробки насіння Ризобофітом (100 мл) й Регоплантом (250 мл/т) сприяло зростанню вмісту хлорофілу *a* і *b* у листках сої відносно контролю I на 13 та 18 % відповідно. Разом з тим вміст зелених пігментів у листках рослин, оброблених Фабіаном 90–110 г/га у суміші з РРР Регоплант 50 мл/га на фоні передпосівної обробки насіння МП Ризобофіт 100 мл з Регоплантом 250 мл/т, зростав відносно контролю I на 17–16 %.

Агробіологічна оцінка вирощування сої за внесення гербіциду Фабін, регулятора росту рослин Регоплант та мікробного препарату Ризобофіт.

Забур'яненість посівів сої. У результаті проведених фітосанітарних обстежень було з'ясовано, що в роки виконання досліджень у посівах сої переважав змішаний характер забур'янення: *Chenopodium album* (L.), *Amaranthus retroflexus* (L.), *Setaria viridis* (L.), *Setaria glauca* (L.), *Echinochloa crusgalli* (L.), *Cirsium arvense* (L.), *Sonchus arvensis* (L.) та ін. види. Проте на забур'яненість посівів сої значний вплив мали погодні умови: найменша кількість бур'янів була відмічена в посівах у 2015 році, де їх проростання лімітував дефіцит вологи в ґрунті.

Внесення гербіциду Фабіан у нормах 90–110 г/га забезпечило знищення бур'янів у середньому за 2013–2015 рр. на рівні 60–63% за кількістю, 56–60 % – за масою. Сумісне застосування гербіциду Фабіан з Регоплантом 50 мл/га підвищувало частку знищених бур'янів за кількістю до 86 %, та до 89 % – за масою. Разом з тим найбільший відсоток знищених бур'янів простежувався за використання Фабіану 90–110 г/га з Регоплантом 50 мл/га на фоні обробки насіння МП Ризобофіт 100 мл у суміші з РРР Регоплант 250 мл/т, що складало відповідно за кількістю 91–92 % та 90–91 % – за масою.

Одержані дані дають підставу стверджувати, що за інтегрованого використання МП, РРР і гербіциду підвищується конкурентна здатність культури, що є наслідком покращення умов росту і розвитку рослин як з боку

гербицидного агента та оптимального функціонування бобово-ризобіальної системи *Glycine max* (L.) Merr. – *Bradyrhizobium japonicum*, так і з боку рiстстимульовальної дії на рослини препарату Регопланту.

Урожайність і якість зерна. Аналізуючи вплив досліджуваних препаратів на врожайність сої, слід відмітити, що застосування гербициду Фабіан 90–110 г/га у 2014 році сприяло збільшенню врожайності культури відповідно до норм гербициду на 0,70–0,56 т/га проти контролю I (табл. 3).

Таблиця 3

Урожайність зерна сої за використання гербициду Фабіан, РРР Регоплант та МП Ризобофіт

Варіант досліджу	Урожайність, т/га			Середнє за три роки, т/га	Прибавка врожаю, т/га
	2013 р.	2014 р.	2015 р.		
Без застосування препаратів (контроль I)	1,28	1,43	1,23	1,31	0
Ручні прополювання упродовж вегетаційного періоду (контроль II)	1,87	2,0	1,79	1,89	0,58
Регоплант 50 мл/га	1,71	1,84	1,66	1,74	0,43
Фабіан 90 г/га	1,92	2,13	1,88	1,98	0,67
Фабіан 100 г/га	1,89	2,02	1,86	1,92	0,61
Фабіан 110 г/га	1,81	1,99	1,84	1,88	0,57
Фабіан 90 г/га + Регоплант 50 мл/га	2,06	2,23	1,91	2,07	0,76
Фабіан 100 г/га + Регоплант 50 мл/га	2,01	2,18	1,9	2,03	0,72
Фабіан 110 г/га + Регоплант 50 мл/га	2,02	2,17	2	2,06	0,75
Ризобофіт 100 мл + Регоплант 250 мл/т (фон)	1,66	1,87	1,58	1,70	0,39
Фон + Регоплант 50 мл/га	1,84	2,05	1,87	1,92	0,61
Фон + Фабіан 90 г/га	1,99	2,19	1,95	2,04	0,73
Фон + Фабіан 100 г/га	1,93	2,09	1,93	2,00	0,69
Фон + Фабіан 110 г/га	1,96	2,16	1,89	1,98	0,67
Фон + Фабіан 90 г/га + Регоплант 50 мл/га	2,23	2,24	2,13	2,20	0,89
Фон + Фабіан 100 г/га + Регоплант 50 мл/га	2,14	2,37	2,03	2,18	0,87
Фон + Фабіан 110 г/га + Регоплант 50 мл/га	2,09	2,26	2,08	2,14	0,83
<i>НІР</i> ₀₅	0,041	0,18	0,012	–	–

Підвищення рівня врожайності простежувалося у варіантах досліду, де внесення гербіциду поєднували із РРР, водночас найвищу врожайність було одержано за внесення Фабіану 90 г/га із РРР Регоплант 50 мл/га по фоні МП Ризобофіт 100 мл й Регоплант 250 мл/т, де перевищення до контролю I складало 1,01 т/га за $НР_{05}$ 0,18 т/га.

Подібна залежність впливу досліджуваних препаратів на формування врожайності простежувалась і в 2013 і 2015 рр. Проте урожайність культури в ці роки була меншою порівняно з 2014 р. У середньому за роки досліджень найвищу врожайність посіви сої сформували за передпосівної обробки насіння Ризобофітом (100 мл) з Регоплантом (250 мл/т) за наступного обприскування Фабіаном (90 г/га) з Регоплантом (50 мл/га), де перевищення контролю I склало 0,89 т/га.

За використання даної композиції біологічних препаратів і гербіциду формувалась оптимальна структура посівів: кількість бобів на одній рослині зростала в 3,0 рази, маса насінин – на 68 % з одночасним зростанням вмісту в зерні білків на 1,7 % і вмісту олії на 1,8 % порівняно з контролем I.

Одержані дані щодо врожайності зерна сої та його якості узгоджуються з оптимальними показниками функціонування симбіотичної системи *Glycine max* (L.) Merr. – *Bradyrhizobium japonicum*, проходження основних мікробіологічних процесів у ґрунті та фізіолого-біохімічних процесів у рослинах.

Економічна та біоенергетична ефективність застосування біологічних препаратів і гербіциду. Результати проведеної економічної та енергетичної оцінки використання препаратів показали, що в технології вирощування сої найбільш економічно вигідним було поєднання передпосівної обробки насіння сумішшю біологічних препаратів Ризобофіт 100 мл з Регоплантом 250 мл/т із наступною обробкою посівів сумішшю Фабіану 90 г/га з Регоплантом 50 мл/га, де умовно чистий прибуток становив 7845,7 грн/га, за рентабельності – 180 %, окупності додаткових витрат – 8,6 разів і коефіцієнта енергетичної ефективності – 4,1.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено обґрунтування і нове вирішення наукового завдання, яке полягає у підвищенні ефективності функціонування симбіотичної системи *Glycine max* (L.) Merr. – *Bradyrhizobium japonicum* за інтегрованої дії біологічних препаратів і гербіциду.

1. Встановлено, що застосування гербіциду Фабіан 90 г/га в суміші з Регоплантом 50 мл/га, на фоні передпосівної обробки насіння сумішшю Ризобофіту 100 мл з Регоплантом 250 мл/т забезпечує підвищення ефективності функціонування симбіотичної системи *Glycine max* (L.) Merr. – *Bradyrhizobium japonicum*, що супроводжується збільшенням кількості і маси активних бульбочок на коренях сої від фази бутонізації до фази завершення цвітіння–початку утворення бобів у 1,3–2,0 рази. За даної композиції препаратів кількість бактерій *Bradyrhizobium japonicum* у бульбочках сої зростає на 66 % за вмісту леггемоглібіну в бульбочках 9,1 мг/г сирової речовини (коефіцієнт

кореляції між чисельністю азотфіксуючих бактерій у бульбочках і вмісту у них леггемоглобіну засвідчив середній прямий зв'язок $r=0,41$).

2. З'ясовано, що за оптимального функціонування бобово-ризобіальної системи *Glycine max* (L.) Merr. – *Bradyrhizobium japonicum*, яке простежувалось за сумісної обробки насіння сої перед посівом МП Ризобофіт 100 мл з РРР Регоплант 250 мл/т та наступного посходового внесення гербіциду Фабіан у нормі 90 г/га разом з РРР Регоплант 50 мл/га, в ґрунті значно активізується розвиток асоціативних азотфіксаторів родів *Azotobacter* (на 96 %) та *Clostridium* (133 %); загальної чисельності бактерій (65 %), мікроміцетів (75 %), актиноміцетів (48 %); целюлозоруйнівних (29 %), амоніфікуючих (85 %) та нітрифікуючих бактерій (148 %), що сприяє посиленню ферментативної діяльності ґрунту: зростанню активності каталази (48 %), інвертази (28 %) та протеази (62 %) за коефіцієнта кореляції між узагальненими показниками чисельності мікробіоти і ферментативної активності ґрунту $r=0,73$.

3. Досліджено, що оптимізація функціонування симбіотичної системи *Glycine max* (L.) Merr. – *Bradyrhizobium japonicum* за одночасної активізації життєдіяльності мікробних угруповань сприяє покращенню проходження в рослинах сої фізіолого-біохімічних процесів. За використання композиції Ризобофіт (100 мл) з Регоплантом (250 мл/т) + Фабіан (90 г/га) з Регоплантом (50 мл/га) відбувається формування оптимального за морфоструктурою листкового апарату (Км складає 0,71–0,75), що відповідає мезоморфному типу листків, характерних для найбільш продуктивних посівів, та забезпечує створення у фазі початку цвітіння оптимальної площі листкової поверхні посівів (перевищення контролю I складало 53 %). За даного поєднання препаратів у рослинах сої зростає кількість судинно-волокнистих пучків у стеблі (44 %) та кількість в них судин (56 %), що може свідчити про покращення умов водозабезпечення і мінерального живлення, а також збільшується вміст у листках суми хлорофілів *a* і *b* (17 %).

4. Гербіцид Фабіан у нормах 90–110 г/га забезпечує ефективне контролювання сегетальної рослинності у посівах сої, проте частка знищених бур'янів значно зростає за сумісного його використання з РРР Регоплант у нормі 50 мл/га на фоні передпосівної обробки насіння сумішшю біологічних препаратів МП Ризобофіт 100 мл й Регоплант 250 мл/т (знищення бур'янів через місяць після застосування препаратів за кількістю складало 91–92 %, за масою – 90–91 %, перед збиранням врожаю – 90–92 % за кількістю та 89–90 % – за масою).

5. Найвищу врожайність посіви сої формували за передпосівної обробки насіння Ризобофітом (100 мл) з Регоплантом (250 мл/т) з наступним обприскуванням Фабіаном (90 г/га) з Регоплантом (50 мл/га), де перевищення контролю I складало 0,89 т/га. При цьому покращується якість зерна (вміст у зерні білків зростає на 1,7 %, вміст олії – на 1,8 %).

6. Найбільш економічно вигідним є поєднання передпосівної обробки насіння сої сумішшю біологічних препаратів Ризобофіт 100 мл з Регоплантом 250 мл/т із наступною обробкою посівів сумішшю Фабіану 90 г/га з Регоплантом 50 мл/га, де умовно чистий прибуток становив 7845,7 грн./га, за

рентабельності – 180 %, окупності додаткових витрат – 8,6 разів і коефіцієнта енергетичної ефективності – 4,1.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для підвищення врожайності і якості зерна сої та з метою біологізації технології її вирощування, що передбачає оптимізацію функціонування симбіотичної системи *Glycine max* (L.) Merr. – *Bradyrhizobium japonicum* та активізацію проходження основних біологічних процесів у рослинах і ґрунті, в умовах Правобережного Лісостепу України в посівах культури доцільно застосовувати для передпосівної обробки насіння суміш мікробного препарату на основі *Bradyrhizobium japonicum* M8 з титром життєздатних кітин в одному мл $3\text{--}4 \times 10^9$ (Ризобофіт, р.; аналог – Ризоактив марка Р, р.) у нормі 100 мл/гектарну норму насіння, регулятора росту рослин Регоплант, в. с. р. 250 мл/т за наступного внесення в посівах бакової суміші гербіциду Фабіан, вг 90 г/га з Регоплантом, в. с. р. 50 мл/га.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

СТАТТІ У ФАХОВИХ ВИДАННЯХ

1. Грицаєнко З. М. Анатомічна будова рослин сої за інтегрованого застосування гербіциду із рiстстимулювальними препаратами / З. М. Грицаєнко, Ю. І. Івасюк // Вісник Уманського національного університету садівництва. – 2014. – № 2. – С. 80–85. (Виконання досліджень, аналіз результатів експериментів і даних літературних джерел, написання статті).
2. Івасюк Ю. І. Симбіотичний стан посівів сої за дії біологічно активних речовин / Ю. І. Івасюк, В. П. Карпенко, З. М. Грицаєнко // Вісник Уманського національного університету садівництва. – 2015. – № 2. – С. 13–16. (Виконання досліджень, аналіз результатів експериментів і даних літературних джерел, написання статті).
3. Карпенко В. П. Розвиток вільноживучих ризосферних азотфіксаторів сої за використання біологічно активних препаратів / В. П. Карпенко, З. М. Грицаєнко, Ю. І. Івасюк // Зб. наук. праць Уманського НУС. 2015. – Вип. 88, – Ч. 1. – С. 53-60. (Аналіз результатів експериментів, написання статті).
4. Івасюк Ю. І. Біологічна активність ґрунту в агроценозі сої за роздільного та інтегрованого застосування гербіциду і біологічних препаратів [Електронний ресурс] / Ю. І. Івасюк, В. П. Карпенко, Р. М. Притуляк // Наукові доповіді НУБіП України. – 2016. – № 5 (62). Режим доступу:
<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/7227/7006>.

- (Виконання досліджень, аналіз результатів експериментів і даних літературних джерел, написання статті).
5. Івасюк Ю. І. Продуктивність посівів сої за роздільного та інтегрованого застосування мікробіологічного препарату, регулятора росту рослин і гербіциду / Ю. І. Івасюк // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 2016. – Вип. 3. – С. 89–95.
 6. Карпенко В. П. Особливості розвитку еколого-трофічних груп мікроорганізмів ризосфери сої за використання гербіциду Фабіан, регулятора росту рослин Регоплант і мікробіологічного препарату Ризобофіт / В. П. Карпенко, Ю. І. Івасюк, З. М. Грицаєнко // Вісник Дніпропетровського державного агро-економічного університету. – 2016. – № 4 (42). – С. 29–33. (Виконання досліджень, аналіз даних літературних джерел, написання статті).
 7. Карпенко В. П. Розвиток сегетальної рослинності у посівах сої за інтегрованої дії біологічних і хімічних препаратів / В. П. Карпенко, Ю. І. Івасюк, Р. М. Притуляк // Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. – 2016. – Вип. 25. – С. 28–33. (Виконання досліджень, аналіз результатів експериментів і даних літературних джерел, написання статті).

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

8. Біологізована технологія вирощування бобових культур (соя, горох) / В. П. Карпенко, Ю. І. Івасюк, С. А. Оратівська, З. М. Грицаєнко, С. П. Пономаренко, І. Д. Жилияк; за ред. В. П. Карпенка. – Умань, 2016. – 19 с.

ІНШІ ПУБЛІКАЦІЇ

9. Калюжна Ю. І. Вплив мікробіологічного препарату у поєднанні з біостимулятором росту на розвиток і врожайність рослин сої / Ю. І. Калюжна // Підвищення ефективності ресурсозберігаючих технологій на зернопереробних підприємствах // Тези доповідей Всеукраїнської наукової конференції / Умань. – 2013. – С. 61–62.
10. Грицаєнко З. М. Стан мікробіоценозу ґрунту ризосфери сої за комплексного впливу гербіциду і рістрегулювальних // З. М. Грицаєнко, Ю. І. Івасюк / Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Актуальні питання сучасної аграрної науки. – Умань. – 2014 – С. 42–44.
11. Івасюк Ю. І. Забур'яненість посівів сої за дії гербіциду і рістрегулювальних речовин / Ю. І. Івасюк // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Актуальні питання сучасної аграрної науки. – Умань. – 2015. – С. 55–56.
12. Івасюк Ю. І. Ростові процеси рослин сої за дії біологічних і хімічних речовин / Ю. І. Івасюк // Інноваційні технології та інтенсифікація розвитку національного виробництва: матеріали II міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф. 20–21 жовтн. 2015 р. – Тернопіль: Крок, 2015. – С. 66–68.

13. Івасюк Ю. І. Анатомічні зміни в рослинах сої за дії біологічних та хімічних / Ю. І. Івасюк // Матеріали міжнар. наук.-практ. конф. «Селекція, насінництво, технології вирощування круп'яних та інших сільськогосподарських культур: досягнення і перспективи» (ПДАТУ, м. Кам'янець-Подільський, 25-26 квітн. 2016 р.). – Тернопіль: Крок, 2016. – С. 238–239.
14. Івасюк Ю. І. Стан посіву сої за обробки насіння інокулянтном Ризобофіт та застосування біостимулянта Регоплант і гербіциду Фабіан / Ю. І. Івасюк, З. М. Грицаєнко, С. П. Пономаренко // Матеріали науково-практичної конференції «Ресурсозберігаючі технології та їх правова і економічна оцінка в сільськогосподарському виробництві» (м. Київ, 27–28 квітня 2016 р.). – Київ: НУБіП, 2016. – С. 94–96.
15. Івасюк Ю. І. Активність основних ґрунтових ферментів за інтегрованого застосування препаратів різної фізіологічної дії / Ю. І. Івасюк, В. П. Карпенко, Р. М. Притуляк // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур» (м. Дніпро, 22–23 листопада 2016 р.). – Дніпро: ДДАЕУ, 2016. – С. 66–69.
16. Карпенко В. П. Фізіолого-біохімічні механізми інтегрованої дії гербіцидів і регуляторів росту рослин / В. П. Карпенко, Р. М. Притуляк, А. А. Даценко, Ю. І. Івасюк // Вісник Уманського національного університету садівництва. – 2016. – № 1. – С. 72–75.

АНОТАЦІЯ

Івасюк Ю. І. Ефективність симбіозу соя – бульбочкові бактерії за використання біологічних препаратів і гербіциду. – Рукопис.

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

Дисертаційна робота присвячена всебічному дослідженню дії гербіциду Фабіан, регулятора росту рослин Регоплант та мікробного препарату Ризобофіт на функціонування симбіотичної системи рослин сої *Glycine max* (L.) Merr. – *Bradyrhizobium japonicum*, мікробіологічні процеси у ґрунті та фізіолого-біохімічні й анатомо-морфологічні процеси у рослинах, які лежать в основі формування продуктивності посівів і якості врожаю.

У роботі встановлено та обґрунтовано можливість інтегрованого застосування гербіциду Фабіан з регулятором росту рослин Регоплант та мікробіологічним препаратом Ризобофіт, за якого значно активізується проходження ключових біологічних процесів у ґрунті і рослинах, що в цілому зумовлює підвищення продуктивності посівів сої з одночасним поліпшенням якості отриманої продукції із зростанням економічної та енергетичної ефективності використання препаратів. Доведено, що за використання гербіциду Фабіан (90г/га) у суміші з регулятором росту рослин Регоплант (50

мл/га) на фоні обробки насіння мікробним препаратом Ризобофіт (100 мл) з Регоплантом (250 мл/т) норми внесення гербіциду можуть бути знижені проти рекомендованих на 10 %.

На підставі отриманих результатів досліджень розроблено науково обґрунтовані, екологічно безпечні та економічно доцільні заходи з інтегрованого застосування гербіциду Фабіан, регулятора росту рослин Регоплант та мікробного препарату Ризобофіт, що забезпечують підвищення урожайності культури.

Ключові слова: симбіотична система *Glycine max* (L.) Merr. – *Bradyrhizobium japonicum*, ризосферна мікробіота, біологічні препарати, гербіцид, соя.

АННОТАЦІЯ

Ивасюк Ю. И. Эффективность симбиоза соя - клубеньковые бактерии при использовании биологических препаратов и гербицида. - Рукопись.

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

Диссертация посвящена всестороннему исследованию действия гербицида Фабиан, регулятора роста растений Регоплант и микробного препарата Ризобофит на функционирование симбиотической системы растений сои *Glycine max* (L.) Merr. – *Bradyrhizobium japonicum*, микробиологические процессы в почве и физиолого-биохимические и анатомо-морфологические процессы в растениях, которые лежат в основе формирования продуктивности посевов и качества урожая.

В работе установлена и обоснована возможность интегрированного применения гербицида Фабиан с регулятором роста растений Регоплант и микробным препаратом Ризобофит, при котором значительно активизируется протекание ключевых биологических процессов в почве и растениях, что в целом приводит к повышению продуктивности посевов сои с одновременным улучшением качества полученной продукции, ростом экономической и энергетической эффективности использования препаратов. Доказано, что при использовании гербицида Фабиан (90г/га) в смеси с регулятором роста растений Регоплант (50 мл/га) на фоне обработки семян микробным препаратом Ризобофит (100 мл) с Регоплантом (250 мл/т) нормы внесения гербицида могут быть снижены против рекомендованных на 10 %.

Микробиологическими исследованиями выявлены оптимальные по действию на развитие симбиотической системы *Glycine max* (L.) Merr. – *Bradyrhizobium japonicum*, развитие микроорганизмов и ферментативную активность почвы нормы использования комплекса препаратов: Ризобофита с регулятором роста растений Регоплант (для обработки семян перед посевом) + Фабиан с Регоплантом (внесение по всходах), которые в наибольшей степени стимулируют формирование ризосферного микробиоценоза почвы.

На основании полученных результатов исследований разработаны научно обоснованные, экологически безопасные и экономически целесообразные меры по интегрированному применению гербицида Фабиан, регулятора роста растений Регоплант и микробного препарата Ризобофит, обеспечивающих повышение урожайности культуры.

Ключевые слова: симбиотическая система *Glycine max* (L.) Merr. – *Bradyrhizobium japonicum*, ризосферная микробиота, биологические препараты, гербицид, соя.

ABSTRACT

Ivasiuk. Yu.I. The efficiency of soybean and rhizobium symbiosis under the use of biological preparations and herbicide. – Manuscript.

The thesis for the degree of PhD of Agriculture, specialty 03.00.07 – microbiology. – Uman National University of Horticulture, Uman, 2017.

The thesis is focused on the comprehensive study of the influence of herbicide Fabian, plant growth regulators Rehoplant and microbial preparation Ryzobofit on the performance of the symbiotic system of soybean plants *Glycine max* (L.) Merr. – *Bradyrhizobium japonicum*, microbiological processes in soil, physiological and biochemical and anatomical and morphological processes in plants, which underlie the formation of crop productivity and yield class.

The possibility of integrated application of herbicide Fabian with plant growth regulators Rehoplant and microbiological preparation Ryzobofit was established. Such application contributes to the promotion of key biological processes in soil and plants that generally leads to increased productivity of soybean crops and higher quality of the obtained product with economic and energy efficiency of crops.

It was proved that the use of herbicide Fabian (90 g/ha mixed with plant growth regulators Rehoplant (50 ml/ha) against the background of seed treatment with microbial preparation Ryzobofit (100 ml) and Rehoplant (250 ml/t) can result in the reduction of the application rate by 10 %.

In accordance with the obtained results of the study, scientifically-grounded, environmentally friendly and economically viable activities for the integrated application of herbicide Fabian, plant growth regulators Rehoplant and microbial preparation Ryzobofit providing crop improvement, were developed.

Keywords: symbiotic system *Glycine max* (L.) Merr. – *Bradyrhizobium japonicum*, rhizosphere microbiota, biological preparations, herbicide, soybean.

Підписано до друку 28.03.2017 р.
Папір друкарський. Друк офсетний. Гарнітура Times New Roman.
Ум. друк. арк. 1,0. Формат 60x90/16
Наклад 100 примірників. Зам № 76.
Віддруковано з готових оригіналів-макетів автора
у редакційно-видавничому відділі Уманського НУС
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2499 від 18.05.2006.
Адреса: м. Умань, вул. Інститутська, 1