

Коляда О.В.¹ к. с.-г. н.; Близнюк О.М.², д.техн.н., професор,
Масалітіна Н.Ю.², к.техн.н., доцент, Белінська А.П.², к.техн.н.,
Варанкіна О.О.², к.техн.н., доцент доцент; Белих І.А.², к.біол.н., доцент

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНОКУЛЯЦІЇ СОЇ БІОТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРЕПАРАТАМИ

¹Державний біотехнологічний університет,

²Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Харків

Ключові слова: біотехнологічний препарат, інокуляція, соя, азотфіксація, симбіоз, азотфіксувальні мікроорганізми, бульбочки, азот.

Вступ

Однією з важливих проблем світового землеробства є своєчасне забезпечення сільськогосподарських культур азотом. В умовах економічної кризи, а також надмірного забруднення навколишнього середовища та продуктів харчування синтетичним азотом, актуальним є пошук альтернативних шляхів надходження елемента до агроценозів. Як відомо, невичерпним джерелом азоту є атмосфера, адже в її складі 78 % займає саме цей елемент. Доступним атмосферний азот є лише для ґрунтових мікроорганізмів, а потужними біологічними його фіксаторами є бобові культури, зокрема і соя. Згідно з даними Тихонович І.А., звичайна ефективність її симбіотичної азотфіксації становить 60–90 кг/га, а потенційна – 390 кг/га, коефіцієнт азотфіксації складає 0,88 одиниці. В результаті поєднання процесів фотосинтезу та біологічної фіксації азоту соя формує зерно із високим вмістом білка, що суттєво відрізняє її від багатьох інших видів рослин [1]. Ефективним заходом підвищення рівня симбіотичної азотфіксації сої є використання біотехнологічних препаратів на основі специфічних бульбочкових бактерій. З огляду на це, на сьогодні надзвичайно актуальним є вивчення інокуляції бобових культур для підвищення потенціалу їх азотфіксації та виявлення найбільш ефективних препаратів.

Дослідження існуючих рішень проблеми

Дослідженню процесу симбіотичної взаємодії між соєю і бульбочковими бактеріями присвячено чимало наукових праць [2–7]. Бобово-ризобіальний симбіоз встановлюється за проростання насіння бобових рослин. При подальшому розвитку корені виділяють органічні поживні речовини, які стимулюють розмноження ризосферних мікроорганізмів. Перша стадія симбіозу проявляється у наближенні мікробної клітини до коренів рослин за рахунок реакції на специфічні речовини (хемоатрактанти), які синтезуються у волосках. Далі, за рахунок лектино-вуглеводневого розпізнавання рослини мікроорганізмами, відбувається контактна взаємодія мікро- та макросимбіонта [2]. Проникнення супроводжується інвагінацією мембрани кореневих волосків, у результаті чого утворюється трубка вистелена целюлозою, сформованою клітинами рослини-господаря. У даній трубці відбувається інтенсивне розмноження бактерій та в результаті розростання тканин утворюються бульбочки. На початку розвитку більшість бактерій являють собою паличкоподібні клітини, однак надалі вони набувають неправильної форми (бактероїди) і розташовуються окремо чи групами. Процес фіксації молекулярного азоту відбувається саме на стадії бактероїдів [3].

Утворення та функціонування бобово-ризобіальних систем є складним і багатоетапним процесом, який піддається впливу різноманітних екзо- та ендогенних факторів [4]. Зокрема, особливості взаємодії бобових рослин і азотфіксувальних мікроорганізмів у польових умовах залежать від генотипу рослин, видового складу, чисельності та активності азотфіксаторів, властивостей ґрунтів, їх водного й температурного режимів та рівня агротехніки. Найбільш активний розвиток бульбочкових бактерій, формування бульбочок на коренях, і як результат – найбільш інтенсивний процес біологічної фіксації азоту відбувається за сприятливої вологозабезпеченості, оптимального температурного, світлового та поживного режиму, а також дотримання обґрунтованих прийомів технології вирощування [5]. Що стосується сої, то ефективний процес азотфіксації та формування високих врожаїв культури забезпечує інокуляція – заселення прикореневої зони ефективними штамми симбіотичних бульбочкових бактерій [6]. Бульбочкові симбіотичні бактерії фіксують молекулярний азот і трансформують його в доступну для культур форму, також цей азот може використовуватися і наступними культурами в сівозміні. Окрім цього бульбочкові бактерії синтезують амінокислоти й вітаміни групи В та інші біологічно активні речовини [7].

З огляду на це, вивчення впливу біотехнологічних препаратів на основі азотфіксувальних мікроорганізмів на інтенсивність процесу азотфіксації та продуктивність сої за різних ґрунтово-кліматичних умов є надзвичайно актуальним та потребує обґрунтованих наукових досліджень.

Мета та основні задачі дослідження

Метою роботи є дослідження ефективності інокуляції сої біотехнологічними препаратами на основі аналізу наукових літературних даних та власних досліджень. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- дослідити вплив інокуляції на процес формування бульбочок на коренях сої;
- проаналізувати показники продуктивності сої під впливом застосування біотехнологічних препаратів.

Матеріали та методи досліджень

Нами було проаналізовано наукові літературні джерела та охарактеризовано вплив біотехнологічних препаратів на продуктивність сої та інтенсивність азотфіксації, а також на основі власних експериментів досліджено особливості формування бульбочок на коренях сої сорту Аннушка під дією препарату Азорхіс. Досліджуваний препарат Азорхіс у своєму складі, окрім бульбочкових бактерій містить асоціативні азотфіксувальні й фосформобілізувальні бактерії, біологічно активні речовини, зокрема вітаміни групи В, гібереліни та ауксини (табл. 1) [8]. Препарат виготовлений у Словаччині (біо завод Азотер), регіональні представництва ТзОВ «Азотер Україна» розташовані у Волинській, Харківській, Сумській і Полтавській областях. Препарат вносять перед посівом на поверхню ґрунту за допомогою обприскувачів і одразу загортають у ґрунт, щоб уникнути тривалої дії сонячного світла на мікроорганізми. Норма внесення препарату становить 10 л/га, перед застосуванням його розводять з водою у співвідношенні 1:10–50 [9].

При дослідженні використовували метод аналізу, синтезу, узагальнення, польовий (закладення дрібноділянкових дослідів), лабораторний (визначення кількості бульбочок) та статистичний (статистична обробка експериментальних даних) методи.

Таблиця 1 – Мікробіологічний склад препарату Азорхіс

№ з/п	Штами мікро-організмів	Число КУО в см ³	Функції
1	<i>Azotobacter Crococcum</i>	1,65*10 ¹⁰	Бактерії, які зв'язують атмосферний азот, надають рослинам достатню кількість азоту протягом всього вегетаційного сезону.
2	<i>Azospirillum Braziliense</i>	2,83*10 ⁹	Бактерії, які зв'язують атмосферний азот і можуть витримувати нагрів до температури вище 30° С.
3	<i>Bacterium Megatherium</i>	3,60*10 ⁸	Бактерії, які зв'язують атмосферний азот і можуть витримувати нагрів до температури вище 30° С.
4	<i>Rhizobium sp.</i>	2,17*10 ⁹	Бульбочкові бактерії, які зв'язують атмосферний азот у симбіозі із представниками сімейства бобових.

Результати дослідження

На сьогодні на основі бульбочкових бактерій створено та апробовано ряд біотехнологічних препаратів, таких як Нітрагін, Ризотрофін, Ризоактив, Ризобофіт, Ризогумін, Азотофіт, Азорхіс [10]. Науковцями доведено, що їх внесення за вирощування бобових культур сприяє підвищенню урожайності зеленої маси на 50,0–54,0 %, зерна – на 11,0–40,0 %, зростанню збору протеїну, підвищення стійкості рослин до хвороб, та сприяє формуванню активного симбіотичного апарату [6, 7, 11–14, 16]. Так, у роботі Зеленського В. А. та співавторів відмічається, що урожайність сої за застосування біотехнологічного препарату Ризобофіт підвищувалась у порівнянні із контролем на 16,7–32,5 % в залежності від варіанту. Також при цьому спостерігалось підвищення потенційної активності азотфіксації ґрунту [11].

Згідно з даними Волкогона В.В. та Комка К.С. інокуляція насіння сої Ризогуміном сприяла збільшенню кількості бульбочок, утворених інтродукованим штамом на 54,63 %, а також забезпечувала підвищення нітрогеназної активності та активності глутамінсинтетази у порівнянні з іншими бактеріальними препаратами. Застосування Ризогуміну також сприяло одержанню найбільшого приросту урожайності – 27,8 % та забезпечувало збільшення вмісту загального азоту в продукції [6].

Відповідно до даних досліджень Дерев'янського В.П. та ін., застосування біотехнологічного препарату Ризобофіт в умовах західного Лісостепу, забезпечувало формування у рослин сої більшої кількості гілок, бобів та повноцінного насіння, а також сприяло підвищенню кількості та маси бульбочок на коренях, збільшенню листкової поверхні та маси 1000 насінин, вмісту в зерні олії та протеїну. Урожайність сої збільшувалась при цьому на 25,0–31,0 % [12].

Крамарьов С.М. та Артеменко С.Ф. у своїх експериментах доводять, що інокуляція насіння суттєво активізує діяльність азотфіксуючого потенціалу рослин сої, підвищує показники морфологічної структури й насінневу продуктивність на 11,2–

15,2 % у порівнянні з даними без застосування азотфіксуючих бульбочкових бактерій. Обробка насіння штамами *Rhizobium* 46 і 626а забезпечувала збільшення кількості бульбочок на одній рослині в 3,3 раза, а їх маси – у два. Інокуляція насіння сої азотфіксуювальними штамами бульбочкових бактерій *Rhizobium* X9, 626а, 46 гарантувала кращі умови для азотфіксації та високу насінневу продуктивність культури [13].

В експериментах Петриченка В. Ф. та Чорної В. М. найбільший урожай сої сорту Монада на рівні 2,39 т/га, сорту КиВін на рівні 2,13 т/га та сорту Княжна на рівні 2,14 т/га отримано за інокуляції насіння біотехнологічним препаратом Оптімйз, що відповідно на 40,0, 47,0 та 38,0 % більше порівняно з контролем (без інокуляції). Окрім того встановлено, що інокуляція насіння у поєднанні з позакореневим підживленням мікроелементами по своїй ефективності рівноцінно внесенню добрив у дозі $N_{30}P_{30}K_{30}$ [14].

Дослідження Огурцова Є.М. та співавторів, проведені на дослідному полі ХНАУ ім. В.В. Докучаєва, показали, що передпосівна обробка насіння сої сорту Романтика бактеріальними препаратами Ризогумін і Нітрогумін, а також регуляторами росту рослин – Гумісол, Агростимулін, Емістим та їх інтегроване застосування збільшувало польову схожість насіння на 5,0–7,0 %, а виживаність рослин до збирання на 3,0–4,0 % порівняно з контрольним варіантом. Під дією препаратів вегетаційний період сої збільшувався на 3–5 днів, при цьому рослини утворювали міцні стебла та менше вилягали. Кількість і маса бульбочок на коренях рослин сої збільшувалася у 2,0–2,5 раза, а також підвищувалася їхня активність. Позитивно вплинули біотехнологічні препарати і на урожайність культури та показники структури урожаю. Зокрема, досліджувані препарати сприяли підвищенню числа бобів на 4–5 шт. і кількості насінин на 8–9 шт. на кожній рослині, в залежності від варіанту досліду. Приріст врожайності насіння сої у середньому за роки досліджень під впливом Нітрогуміну становив 0,16–0,17 т/га, у порівнянні з контролем. Науковцями відмічено явище синергізму від сумісного застосування препаратів Ризогумін і Гумісол. Збільшення врожайності сої під впливом біотехнологічних препаратів супроводжувалася і збільшенням вмісту білка в зерні на 0,4–2,5 %, лізину – на 0,2–0,4 % [15].

Також, відповідно до експериментальних даних деяких науковців застосування активних штамів бульбочкових бактерій знижує ураженість рослин хворобами, зокрема, кореневими гнилями. Підвищення стійкості рослин до захворювань пов'язане з біологічними властивостями штамів бактерій, покращенням азотного живлення, конкуренцією між патогенами й симбіонтами за поживні речовини, а також змінами в імунитеті рослин-господарів [12, 16].

Відповідно до результатів проведених нами досліджень, встановлено позитивний вплив застосування біотехнологічного препарату Азорхіс на формування бульбочок на коренях сої. Так, у фазу цвітіння кількість бульбочок на коренях збільшувалась на 8,2 шт./роsl., у фазу достигання – на 19,6 шт./роsl. Попередніми дослідженнями було прослідковано синергізм застосування Азорхісу та обробки насіння мікроелементами [10], тому один із варіантів експерименту передбачав інтегроване внесення біотехнологічного препарату та мікродобрива (Реаком). Згідно з отриманими даними, сумісне застосування біотехнологічного препарату та мікродобрива забезпечило найбільш інтенсивне формування бульбочок, їх кількість у фазу цвітіння становила 16,5 шт./роsl., у

фазу досягання – 35,4 шт./росл., що на 11,5 та 26,4 шт./росл. більше порівняно з контролем (рис. 1).

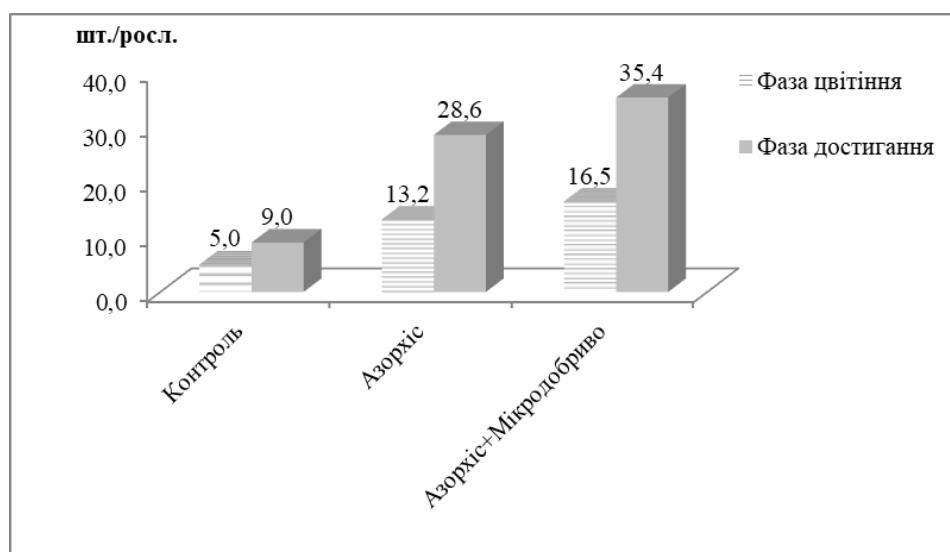


Рисунок 1 – Кількість бульбочок на рослинах сої під впливом біотехнологічного препарату Азорхіс

Висновки

На основі результатів аналітичного огляду літературних джерел та проведених власних досліджень зроблено висновки щодо ефективності інокуляції насіння сої біотехнологічними препаратами:

- встановлено позитивний вплив застосування біотехнологічних препаратів на формування бульбочок на коренях сої та підвищення інтенсивності азотфіксації;
- прослідковано позитивні зміни показників структури врожаю культури під впливом інокуляції;
- підтверджено підвищення урожайності сої за застосування біотехнологічних препаратів на основі симбіотичних азотфіксуючих бактерій.

Доведено, що інокуляція сої біотехнологічними препаратами є ефективним заходом, що забезпечує підвищення продуктивності сої, покращення якості отриманої продукції, сприяє інтенсифікації утворення бульбочок на коренях, і як наслідок, посилює фіксацію атмосферного азоту.

Література

1. Бабич А. Біологічна фіксація азоту соєю. Пропозиція. URL: <http://a7d.com.ua/plants/12206-bologchna-fksacya-azotu-soyeyu.html>.
2. Биологическая фиксация азота: бобово-ризобияльный симбиоз / Коць С. Я., Моргун В.В., Патыка В.Ф. и др. Т. 1. К.: Логос, 2010. 508 с.
3. Круглов Ю.В. Симбиотические взаимоотношения бобовых растений с клубеньковыми бактериями при внесении пестицидов. Докл. Васхнил. 1979. № 11. С. 8–10.
4. Крутило Д.В. Бульбочкові бактерії – гетеротрофний та симбіотрофний способи життя. Сільськогосподарська мікробіологія. 2008. Випуск 7. С. 147–161.

5. Крутило Д.В. Поширення та екологічні особливості бульбочкових бактерій сої в різних регіонах України: Автореф. дис. ... канд. біол. наук. Київ, 2006. 22 с.
6. Волкогон В. В., Комок М. С. Ефективність симбіозу бульбочкових бактерій з рослинами сої. 2010. № 39. С. 20–26.
7. Волинець П. Вирощування сої з інокулянтами. Пропозиція. 2016. № 2. С. 80–81.
8. Азотер Україна. Офіційний сайт. URL: <https://azoter-ukraine.com.ua>.
9. Vymyslická A. Azoter – riešenie pre mnohých pestovateľov. Azoter – cesta pre mnohých pestovateľov. URL : <http://www.azoter.sk> .
10. Валецька О. В., Коляда О. В., Гаврилюк В. А. Агрохімічна ефективність сучасних систем удобрення сої. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Умань, 2016. Вип. 89 (1). С. 135–143.
11. Зеленський В.А., Дерев'янський В.П., Ковальчук О.В. Вплив інокуляції на продуктивність сої. Збірник наукових праць подільського державного аграрно-технічного університету. 2010. № 18. С. 34–40.
12. Вплив мікробних препаратів та мінеральних добрив на стійкість до захворювань і продуктивність сортів сої / В.П. Дерев'янський, О.С. Власюк, Д.В. Крутило, та ін. Сільськогосподарська мікробіологія. Чернігів, 2011. Вип. 13. С. 59–69.
13. Крамарьов С.М., Артеменко С.Ф. Вплив інокуляції насіння сої бактеріальними препаратами на продуктивність її агроценозів в умовах північної частини Степової зони України. Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. Дніпропетровськ, 2016. № 4 С. 72–75.
14. Петриченко В. Ф., Чорна В. М. Особливості росту рослин сої залежно від інокуляції та морфорегулятора в умовах Лісостепу правобережного. Сільське господарство та лісівництво. 2016. №4. С. 42–54.
15. Адаптивна технологія вирощування сої у Східному Лісостепу України: монографія / С.М. Огурцов, В.Г. Міхеєв, Ю.В. Белінський, І.В. Клименко; за ред. д-ра с.-г. наук, професора, чл.-кор. НААН України М.А. Бобро. Харків: ХНАУ, 2016. 268 с.
16. Lugtenberg B. J. Microbial stimulation of plant growth and protection from disease. Curr. Opin. Microbiol. 1991. V. 2. p. 457–464.

Bibliography (transliterated)

1. Babych A. Biologichna fiksatsiia azotu soieiu. Propozytsiia. URL: <http://a7d.com.ua/plants/12206-bologchna-fksacya-azotu-soyeyu.html>.
2. Byolohycheskaia fyksatsiia azota: bobovo-ryzobyalnyi symbyoz / Kots S. Ya., Morhun V.V., Palyka V.F. y dr. T. 1. K.: Lohos, 2010. 508 p.
3. Kruhlov Yu.V. Symbyotycheskye vzaymootnosheniya bobovykh rastenyi s klubenkovymy bakteriyamy pry vnesenyy pestytsydov. Dokl. Vaskhnyl. 1979. № 11. P. 8–10.
4. Krutylo D.V. Bulbochkovi bakterii – heterotrofnyi ta symbiotrofnyi sposoby zhyttia. Silskohospodarska mikrobiolohiia. 2008. Vypusk 7. P. 147–161.
5. Krutylo D.V. Poshyrennia ta ekolohichni osoblyvosti bulbochkovykh bakterii soi v riznykh rehionakh Ukrainy: Avtoref. dys. ... kand. biol. nauk. Kyiv, 2006. 22 p.
6. Volkohon V.V., Komok M.S. Efektyvnist symbiozu bulbochkovykh bakterii z roslynamy soi. 2010. № 39. P. 20–26.
7. Volynets P. Vyroshchuvannia soi z inokuliantamy. Propozytsiia. 2016. № 2. P. 80–81.
8. Azoter Ukraina. Ofitsiyni sait. URL: <https://azoter-ukraine.com.ua> .

9. Vymyslická A. Azoter – riešenie pre mnohých pestovateľov. Azoter – cesta pre mnohých pestovateľov. URL : <http://www.azoter.sk>.

10. Valetska O.V., Koliada O.V., Havryliuk V.A. Ahrokhimichna efektyvnist suchasnykh system udobrennia soi. Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva. Uman, 2016. Vyp. 89 (1). P. 135–143.

11. Zelenskyi V.A., Derevianskyi V.P., Kovalchuk O.V. Vplyv inokuliacii na produktyvnist soi. Zbirnyk naukovykh prats podilskoho derzhavnogo ahrar-no-tekhnicnoho universytetu. 2010. № 18. P. 34–40.

12. Vplyv mikrobykh preparativ ta mineralnykh dobryv na stikist do zakhvoriuvan i produktyvnist sortiv soi / V.P. Derevianskyi, O.S. Vlasiuk, D.V. Krutylo, ta in. Silskohospodarska mikrobiolohiia. Chernihiv, 2011. Vyp. 13. P. 59–69.

13. Kramarov S.M., Artemenko S.F. Vplyv inokuliacii nasinnia soi bakterialnymi preparatamy na produktyvnist yii ahrotsenoziv v umovakh pivnichnoi chastyny Stepovoї zony Ukrainy. Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnogo ahrarno-ekonomichnoho universytetu. Dnipropetrovk, 2016. № 4 P. 72–75.

14. Petrychenko V.F., Chorna V.M. Osoblyvosti rostu roslyn soi zalezno vid inokuliacii ta morforehuliatora v umovakh Lisostepu pravoberezhnoho. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo. 2016. №4. P. 42–54.

15. Adaptivna tekhnolohiia vyroshchuvannia soi u Skhidnomu Lisostepu Ukrainy: monohrafiia / Ye.M. Ohurtsov, V.H. Mikhieiev, Yu.V. Bielinskyi, I.V. Klymenko; za red. d-ra s.-h. nauk, profesora, chl.-kor. NAAN Ukrainy M.A. Bobro. Kharkiv: KhNAU, 2016. 268 p.

16. Lugtenberg B.J. Microbial stimulation of plant growth and protection from disease. Curr. Opin. Microbiol. 1991. V. 2. p. 457–464.

УДК 631.861: 631.81.036

Коляда О.В.; Близнюк О.М., Масалітіна Н.Ю., Белінська А.П., Варанкіна О.О.,
Белих І.А.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНОКУЛЯЦІЇ СОЇ БІОТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРЕПАРАТАМИ

Соє є потужними біологічними фіксатором молекулярного азоту. Підвищенню інтенсифікації азотфіксації культури сприяє інокуляція – заселення прикореневої зони ефективними штамами симбіотичних бульбочкових бактерій. Бульбочкові симбіотичні бактерії фіксують молекулярний азот і трансформують його в доступну для культур форму. Також бульбочкові бактерії синтезують амінокислоти й вітаміни групи В та інші біологічно активні речовини, що в цілому позитивно впливає на ріст і розвиток сої та забезпечує високу продуктивність культури. Особливості взаємодії бобових рослин і бульбочкових бактерій у польових умовах залежать від ряду факторів, таких як генотип рослин, видовий склад, чисельність та активність азотфіксаторів, властивості ґрунтів, їх водний і температурний режими та рівень агротехніки.

Проаналізовано ефективність інокуляції сої біотехнологічними препаратами на основі азотфіксувальних мікроорганізмів. В Україні на сьогодні на основі бульбочкових бактерій створено та апробовано ряд біотехнологічних препаратів, таких як Нітрагін, Ризотрофін, Ризоактив, Ризобофит, Ризогумін, Азотофит, Азорхіс. Численними експериментами науковців доведено, що їх внесення за вирощування бобових культур сприяє підвищенню урожайності зеленої маси на 50,0–54,0 %, зерна – на 11,0–40,0 %,

забезпечує зростання збору протеїну, підвищення стійкості рослин до хвороб, та сприяє формуванню активного симбіотичного апарату.

Відповідно до результатів аналізу наукової літератури та проведених досліджень встановлено позитивний вплив застосування біотехнологічних препаратів на формування бульбочок на коренях сої та підвищення інтенсивності азотфіксації. Також прослідковано позитивні зміни показників структури врожаю культури під впливом інокуляції. Підтверджено підвищення урожайності сої за застосування біотехнологічних препаратів на основі симбіотичних азотфіксувальних бактерій. Доведено, що інокуляція сої біотехнологічними препаратами є ефективним заходом, що забезпечує підвищення продуктивності сої, покращення якості отриманої продукції, сприяє інтенсифікації утворення бульбочок на коренях, і як наслідок, посилює фіксацію атмосферного азоту.

Ключові слова: біотехнологічний препарат, інокуляція, соя, азотфіксація, симбіоз, азотфіксувальні мікроорганізми, бульбочки, азот.

Коляда О.В.; Близнюк О.Н., Масалитина Н.Ю., Белінская А.П., Варанкіна А.А.,
Белых И.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНОКУЛЯЦИИ СОИ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРЕПАРАТАМИ

Соя является биологическим фиксатором молекулярного азота. Повышению интенсификации азотфиксации культуры способствует инокуляция – заселение прикорневой зоны эффективными штаммами симбиотических клубеньковых бактерий. Клубеньковые симбиотические бактерии фиксируют молекулярный азот и трансформируют его в доступную для культур форму. Также клубеньковые бактерии синтезируют аминокислоты и витамины группы В и другие биологически активные вещества, что в целом оказывает положительное влияние на рост и развитие сои и обеспечивает высокую продуктивность культуры. Особенности взаимодействия бобовых культур и клубеньковых бактерий в полевых условиях зависят от ряда факторов, таких как генотип растений, видовой состав, численность и активность азотфиксаторов, свойства почв, их водный и температурный режимы, уровень агротехники.

Проанализировано эффективность инокуляции сои биотехнологическими препаратами на основе азотфиксирующих микроорганизмов. В Украине на сегодняшний день на основе клубеньковых бактерий создано и апробировано ряд биотехнологических препаратов, таких как Нитрагин, Ризотрофин, Ризоактив, Ризобофит, Ризогумин, Азотофит, Азорхис. Согласно результатам анализа научной литературы и проведенных исследований установлено положительное влияние применения биотехнологических препаратов на формирование клубней на корнях сои и повышения интенсивности азотфиксации. Также отслежены положительные изменения показателей структуры урожая культуры под влиянием инокуляции. Подтверждено повышение урожайности сои при применении биотехнологических препаратов на основе симбиотических азотфиксирующих бактерий. Доказано, что инокуляция сои биотехнологическими препаратами является эффективной мерой, обеспечивающей повышение производительности сои, улучшение качества полученной продукции, способствует интенсификации образования клубней на корнях и, как следствие, усиливает фиксацию атмосферного азота.

Ключевые слова: биотехнологический препарат, инокуляция, соя, азотфиксация, симбиоз, азотфиксирующие микроорганизмы, клубеньки, азот.

Koliada O.V.; Bliznjuk O.M., Masalitina N.Yu., Belinska A.P., Varankina O.O, Belykh I.A.

CASE STUDY OF SOYBEAN INOCULATION WITH BIOTECHNOLOGICAL PREPARATIONS

Soybean is a powerful biological fixer of molecular nitrogen. Increasing the intensification of nitrogen fixation of the culture is facilitated by inoculation – the settlement of the root zone with effective strains of symbiotic nodule bacteria. Bubble symbiotic bacteria fix molecular nitrogen and transform it into a form available for cultures. Also, nodule bacteria synthesize amino acids and vitamins of group B and other biologically active substances, which in general has a positive effect on the growth and development of soybeans and ensures high crop productivity. Peculiarities of the interaction of leguminous plants and nodule bacteria in field conditions depend on a number of factors, such as the genotype of plants, species composition, the number and activity of nitrogen fixers, the properties of soils, their water and temperature regimes, and the level of agricultural technology.

The effectiveness of soybean inoculation with biotechnological preparations based on nitrogen-fixing microorganisms was analyzed. In Ukraine, a number of biotechnological preparations on the basis of nodule bacteria such as Nitragin, Rhizotrophin, Rhizoaktiv, Rhizobophyte, Rhizohumin, Azotophyte, Azorchis have been created and tested. According to the results of the scientific literature analysis and the conducted research, a positive effect of biotechnological preparations use on the formation of nodules on soybean roots and the increase in the intensity of nitrogen fixation was established. Positive changes in the indicators of the crop yield structure under the influence of inoculation were also monitored. It has been confirmed that the productivity of soybeans has increased due to the biotechnological preparations use based on symbiotic nitrogen-fixing bacteria. It has been proven that the inoculation of soybeans with biotechnological preparations is an effective measure that ensures an increase in the productivity of soybeans, an improvement in the quality of the obtained products, contributes to the intensification of the formation of nodules on the roots, and as a result, enhances the fixation of atmospheric nitrogen.

Keywords: biotechnological preparation, inoculation, soybean, nitrogen fixation, symbiosis, nitrogen-fixing microorganisms, nodules, nitrogen.