

УДК: 633.34:631.461.5:579.262

ВПЛИВ ЕКОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА РОЗВИТОК І ПРОДУКТИВНІСТЬ БОБОВО- РИЗОБІАЛЬНОГО СИМБІОЗУ

О.О. АЛЕКСЄЄВ, асистент
Вінницький національний
аграрний університет

Проведено огляд літературних джерел щодо виявлення впливу екологічних факторів на розвиток та продуктивність бобово-ризобіального симбіозу. Передумовою вивчення даного питання було визначено нераціональне використання природних ресурсів у веденні галузі сільського господарства. Саме одним із найпріоритетніших напрямів вирішення даної проблеми є біологізація виробничого процесу, тобто впровадження у сільськогосподарське виробництво сучасних біотехнологічних прийомів, що є одним із основних способів подолання продовольчої кризи.

Одним із таких прийомів є використання мікроорганізмів. Саме мікроорганізми можуть виступати джерелами природних біологічно активних речовин, які є регуляторами ключових ланок метаболізму важливих сільськогосподарських рослин. Яскравим прикладом даних організмів є ґрунтові бактерії, насамперед, ризобії, що у симбіозі з бобовими рослинами фіксують молекулярний азот атмосфери і перетворюють його в сполуки, здатні легко засвоюватися живими організмами, а також продукують фізіологічно активні речовини, що сприяє підвищенню урожаю сільськогосподарських культур.

Ключові слова: азотфіксація, мікроорганізми, ризобії, симбіоз.

Літ. 23.

Постановка проблеми. У природі рослини зазнають різноманітних стресових впливів. Процес симбіотичної фіксації азоту є особливо чутливим до змін умов довкілля, зокрема, таких як дефіцит вологи, недостатнє освітлення, низькі та високі температури, засолення, перенасичення земель мінеральними добривами тощо [7]. Незалежно від того, який вплив має той чи інший чинник - позитивний чи негативний, його дія в будь-якому разі призводить до змін у процесах життєдіяльності рослини.

У зв'язку зі зростаючим погіршенням екологічної ситуації на планеті, зменшенням кількості придатних для сільського господарства земель, зниженням об'ємів доступної води вчені-біологи все більше уваги приділяють вивченню можливостей рослин реагувати на дію зовнішніх несприятливих чинників. Розуміння механізмів резистентності та толерантності культурних рослин може забезпечити розробку стратегій підвищення їх стійкості, а відтак і збільшення їх продуктивності. Тому, саме визначення впливу абіотичних, біотичних та антропогенних факторів є пріоритетним завданням у формуванні розвитку бобово-ризобіального симбіозу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В результаті попередніх досліджень було встановлено можливе одночасне використання пестицидів та мікробних препаратів, проте такі результати були можливі лише при використанні *Bradyrhizobium japonicum* M-8, що є високоактивним та високовірулентним штамом, який характеризується широким спектром варіативності із різними сортами сої, а також суттєво проявляє генотипні ознаки рослин в посиленні симбіотичної азотфіксації.

Формування цілей статті. Вивчити вплив абіотичних, біотичних та антропогенних факторів на розвиток і продуктивність бобово-ризобіального симбіозу.

Виклад основного матеріалу. Одним з головних екологічних факторів для бульбочкових бактерій є температура. Відомо, що оптимальними умовами для формування та ефективного функціонування азотфіксуючих структур є діапазон температур від 15 до 30°C [15]. Однак відмічається, що за температури нижче 10°C відбувається прояв ознаки холодового стресу, а при температурі вищій 50°C вони гинуть. При цьому температурний режим може мати як прямий вплив на процеси симбіотичної азотфіксації, що полягає в інгібуванні бульбочкоутворення та прискоренні їх старіння, так і опосередкований: через зміну сприйнятливості бактерій до корневих волосків [2]. У відповідь на дію несприятливих температур у бобових рослин, ризобій та утворених між ними симбіотичних структурах відбувається синтез стресових протеїнів.

Відмічається, що підвищення температури вище оптимальної, призводить до зниження чисельності *Bradyrhizobium japonicum* у ґрунті [8], однак ризобії та бобові рослини по-різному реагують на температурний стрес. Вплив температури на симбіоз визначається сортово-штамовою взаємодією Ю. Стояною встановлено, що зі збільшенням температури від 18 до 28°C підсилюється ріст рослин сої в 1,4-1,7 рази, фіксація молекулярного азоту в 1,3-4,2 рази та підвищується урожайність в 1,9-3,6 рази [21].

Фактори зменшення дефіциту вологи або перезволоження також негативно впливають як на рослину-живителя, так і на бульбочкові бактерії. Вважається, що оптимальна вологість, яка необхідна для формування та ефективного функціонування симбіотичної системи, становить 60-70 % повної вологоємності [10]. Так, десятиденний дефіцит ґрунтової вологи спричинював зниження кількості сумарного протеїну в бульбочках сої, а за 30% вологоємності вміст протеїнів рослини-хазяїна в корневих бульбочках зменшувався на 50% порівняно з контролем. В період посухи у бобових рослин знижується також азотфіксувальна активність та поглинання мінерального азоту кореневою системою. За умов нестачі або надлишку вологи у бульбочкових бактерій порушується респіраторна функція, внаслідок чого зменшується їх чисельність в екоотопі.

Ще одним вагомим фактором впливу на ріст та розвиток бульбочкових бактерій є аерація ґрунту.

Вважається, що при кисневому голодуванні для виживання ризобій у ґрунті велике значення мають окиси азоту, які використовуються як акцептори електронів [3,4]. Зниження концентрації кисню біля коренів призводить до слабого розвитку кореневої системи та зменшення кількості бульбочок і рівня поглинання коренем калію, кальцію і фосфору.

Вагомий вплив на життєдіяльність і утворення бульбочкових бактерій має ґрунтове середовище, а саме рН показник ґрунту. На ґрунтах з кислою реакцією при рН 4,5-5,0 затримується розвиток ризобій і знижується автотрофне живлення. При вирощуванні сої на ґрунті з рН 5,2 бульбочки утворюються лише у 12% рослин. За даними Мішустіна і Шильнікової [14], продуктивний ріст і розвиток рослини, а також ефективна симбіотична фіксація азоту забезпечується при показнику рН 6,5-7,5. Для стимулювання активного утворення бульбочок потрібно додавати в ґрунтове середовище нейтралізуючі агенти, які сприяють підвищенню рН на початкових етапах розвитку рослини, коли процес формування бульбочок найбільш чутливий до кислотності ґрунту. Відмічається, що внесення кальцію в ґрунт забезпечує нейтралізацію кислотності та сприяє формуванню бульбочок і підвищенню азотфіксації.

Що стосується відносно мінерального живлення, то багатьма дослідниками вивчалася проблема внесення під бобові культури азотного добрива та їх взаємовідносини із бульбочковими бактеріями [20]. Встановлено, що соя та квасоля належать до групи бобових культур, у яких однаково виражена активність автотрофного та симбіотрофного типів живлення. Коефіцієнт ефективності у них наближається до 100 %. Автор Г.Троїцька [22] у своїх дослідженнях з'ясувала, що соя за сприятливих умов здатна формувати високі врожаї за рахунок симбіотичної азотфіксації, а запас мінеральних сполук азоту, який знаходиться в ґрунті необхідний лише для забезпечення рослини на початковому етапі формування бульбочок. Внесення мінерального азоту знижує рівень використання молекулярного азоту пропорційно використаній дозі добрива. Однак ряд авторів вважає, що для науково-обґрунтованого визначення видів і норм внесення мінеральних добрив під бобові культури необхідно знати про можливості забезпечення оптимальних умов для симбіотичної фіксації азоту, а саме вологозабезпеченість ґрунту, вміст поживних речовин, максимальне використання і винесення азоту, фосфору і калію одиницею урожаю цієї культури, коефіцієнти використання елементів живлення ґрунту і добрив [19]. Проте, все-таки існує певна необхідність щодо застосування невеликих стартових доз азотних добрив в технології вирощування сої, що спричинено різними ґрунтово-кліматичними умовами та умовами регіону вирощування даної культури [12].

Вагомий вплив на функціонування бобово-ризобіального симбіозу у ґрунті має фосфор, калій та мікроелементи.

Так, при використанні фосфорно-калійних добрив покращується розвиток кореневої системи рослин, підвищується кількість бульбочок та ефективність

симбіозу [5], а вплив мікроелементів забезпечує ріст та розвиток бульбочкових бактерій, процеси інокуляції та функціонування леггемоглобіну і нітрогенази. Недостатня кількість цих елементів у ґрунті призводить до порушення нормального розвитку бульбочок та зниження активності азотфіксації.

Абіотичний фактор, який викликає стресове явище і негативно впливає на рослину та знижує її продуктивність, називається засоленням. Особливо гостро ця проблема спостерігається в посушливих та напівпосушливих регіонах, де сумарне випаровування набагато перевищує кількість опадів [1]. Збільшення концентрації солей у ризосфері спричинює порушення гомеостазу клітин, балансу іонів, денатурації структурних протеїнів.

Сольовий стрес має негативний вплив на бобові рослини та ризобії, а відтак і на процеси симбіотичної фіксації молекулярного азоту. Він спричиняє зниження інтенсивності формування бульбочок та синтезу леггемоглобіну. Також сольовий стрес призводить до порушення ростових процесів та синтезу протеїнів у листках, гіпокотиллях та коренях семиденних рослин сої [9].

Розглядаючи вплив екологічних факторів на розвиток бобово-ризобіального симбіозу було приділено увагу також вивченню впливу біотичного фактору. Яскравим прикладом біотичного фактору є кореневі виділення бобових рослин, які відіграють важливе значення для ґрунтових ризобій. Ці виділення можуть одночасно як стимулювати так і пригнічувати розвиток популяцій бульбочкових бактерій в екоотпі. Таке явище є яскравим прикладом мутуалістичного симбіозу. Проте відомі випадки впливу на ризобії корневих ексудатів небобових рослин. Так, автор Г. Лисичкина у своїх дослідженнях [6] виявила стимуляцію розвитку бульбочкових бактерій сої за допомогою корневих виділень ячменю. Відомо, що при формуванні бобово-ризобіальної системи у ролі паразиту виступає патоген або інфекційний агент - біологічний агент, що спричинює хворобу в іншому організмі-господарі. Особливість прояву патогена чітко виражена при розмноженні ендосимбіотичних мікроорганізмів, що є шкідливим для рослини. Саме рослина забезпечує контроль швидкості розмноження та чисельності клітин мікосимбіонта. Така регуляція дуже важлива тому, що потенційна швидкість розмноження бактеріальних клітин набагато вища, ніж рослин [19].

Також при утворенні бобово-ризобіального симбіозу у рослин проявлялась низка процесів, які сприяли утворенню захисних реакцій при інфікуванні патогенними мікроорганізмами. Однак, у бульбочках ці реакції виражені не настільки сильно. Така регуляція захисних систем рослини можлива завдяки наявності у ризобій відповідних генів. Мутації в цих генах блокують розвиток симбіозу і замість нормальних бульбочок утворюються псевдобульбочки, які не містять інфекційних ниток із бактеріальними клітинами і заповнені недиференційованою тканиною.

Наступним фактором, який відіграє важливу роль у формуванні та функціонуванні бобово-ризобіальної системи є мутуалізм, коли обидва партнери можуть забезпечувати функції захисту, створювати сприятливі умови,

забезпечувати харчуванням, тобто мають користь одне від одного.

Процес утворення рослиною-живителем спеціалізованих структур, що містять мікробні клітини, є характерною ознакою мутуалістичного симбіозу. Відмічається, що бульбочки які утворює бобова рослина є високоспеціалізованою екологічною нішею для ризобій. Саме в бульбочках утворюються оптимальні умови для обміну між партнерами вуглецевими і азотними сполуками, а також мікроаерофільні умови, необхідні для функціонування нітрогенази. Завдяки накопиченню бактерій у бульбочках їх чисельність і активність легко регулюється залежно від умов навколишнього середовища. Існуюча взаємодія сприяє збільшенню частки штамів вірулентних ризобій активніше проводити фіксацію атмосферного азоту із рослиною-живителем. Серед антропогенних факторів, що впливають на ефективність функціонування симбіозу особливе значення займають засоби хімічного захисту рослин. Використання пестицидів, як фізіологічно активних сполук, обумовлює їх негативну дію на симбіотичні відносини партнерів симбіозу, що призводить до зменшення долі біологічного азоту в урожаї [17]. При цьому вплив пестицидів залежить від хімічної будови діючої речовини, концентрації і способу застосування. Так, похідні сечовини (лінурон) і S триазин (атразин, прометрин) блокують транспорт електронів при фотосинтезі та посилюють поглинання рослинами нітратного азоту, похідні феноксикислот (2,4-Д, 2М-4Х) знижують вірулентність бульбочкових бактерій, а похідні ароматичних амінів (трефлан), діазину (базагран) інгібують активність нітрогенази [11].

Відмічається, що реакція симбіонтів на пестициди може бути різною. Так, згідно літературних даних відомо, що багато гербіцидів прямо чи опосередковано впливають на процес фотосинтезу, а оскільки енергетичний бік процесу фіксації азоту в симбіотичній системі забезпечується фотосинтезом вищих рослин, то може змінюватись і активність азотфіксації.

Відомо, що токсичність препаратів, що застосовують для захисту рослин, залежить від терміну їх внесення. Наприклад, гербіциди прометрин і трефлан виявляли найсильнішу дію на рослини в початковій фазі розвитку. На думку дослідників [23], зниження зеленої маси рослин пов'язано з інгібуванням метаболічних процесів у них, що є причиною зниження швидкості інокуляційного процесу (зменшення кількості бульбочок та їх маси). На кінець вегетації негативна дія зазначених препаратів нівелювалася.

Слід відмітити також вплив інсектицидів при одночасній обробці з бульбочковими бактеріями. В результаті такої взаємодії спостерігалось зменшення кількості бульбочок на коренях рослин, а при проведенні бактеризації після обробки хімічним препаратом негативна дія інсектициду була значно слабшою. Автор Л.М. Пароменська [16], проводячи дослідження, виявила, що гербіциди окрім опосередкованої дії через рослини виявляли і пряму дію на нітрогеназний комплекс. Було показано, що інкубація бульбочок у розчинах гербіцидів трефлану і прометрину значно знижувала активність

нітрогенази. Існує так звана схема чутливості бульбочкових бактерій до пестицидів, яка сприяє зниженню їх до фунгіцидів – інсектицидів – гербіцидів. Тобто, якщо концентрації гербіцидів, що інгібують ріст ризобій на синтетичних живильних середовищах в багато разів перевищують виробничі дози, то фунгіциди (наприклад, фундазол) у концентраціях, значно нижчих від виробничих, пригнічують ріст бульбочкових бактерій [13]. Вплив пестицидів на симбіоз визначається резистентністю вищих рослин і штамом бульбочкових бактерій. Стійкість ризобій до пестицидів надає їм переваги серед інших мікроорганізмів у природних умовах за присутності у ґрунті залишків гербіцидів чи інших ксенобіотиків. Одним із механізмів стійкості до пестицидів для бульбочкових бактерій є їх здатність до деструкції цих сполук до рівня нетоксичних. Встановлено, що інокуляція штамом-деструктором забезпечує стійкість рослин до прометрину. Тому, перспективними напрямками в підвищенні ефективності симбіотичної системи за інтенсивних технологій вирощування бобових можуть бути отримані резистентні до пестицидів штами у результаті переносу плазмід біодеградації в бульбочкові бактерії та підвищення стійкості вищих рослин за використання препаратів цитокінінового типу, які виявляють захисну дію за різних несприятливих умов [18].

Висновки і перспективи подальших досліджень. Досліджуючи питання впливу екологічних факторів на процес формування та функціонування бобово-ризобіального симбіозу було виявлено, що рослини та мікроорганізми, які перебувають у симбіотичній взаємодії піддаються різноманітним зовнішнім факторам, які викликають пригнічення, як у рослини-живителя так і ризобій. Ці стресові явища в багатьох випадках послаблюють імунітет організму, що в подальшому провокує розвиток різноманітних захворювань, які призводять до загибелі рослин, а отже втраті урожайності.

Перспективами подальших досліджень є моніторинг домінуючих фітопатогенних бактерій на сої та визначення впливу інокуляції насіння сої штамми *Bradyrhizobium japonicum* на ураженість рослин фітопатогенними бактеріями.

Список використаної літератури

1. Aghaei K., Komatsu S. Crop and medicinal plants proteomics in response to salt stress. *Fron. Plant Sci.* 2014; 4(8):1-9.
2. Aranjuelo I., Arrese-Igor C., Molero G. Nodule performance within a changing environmental context. *J. Plant Physiol.* 2014;171(12):1076- 1090.
3. Berkun P. van Anaerobic growth and denitrification among different serogroups of soybean rhizobia / P. van Berkun, H. Keyser Harold // *Appl. and Environ. Microbiol.* – 1985. – Vol. 49, № 4. – P. 772–777.
4. Daniel R. M. Anaerobic growth and denitrification by *R. Japonicum* and other rhizobia / R. M. Daniel, I. M. Smith, J.A.D. Phillip et al. // *J. Gen. Microbiol.* – 1980. – Vol. 120, № 2. – P. 517–521.
5. Jardim J. R. Important limiting factors in soil for the *Rhizobiumlegume*

symbiosis: Biological nitrogen fixation. Ecology, technology and physiology / J. R. Jardim, J. R. J. Freire. – New York ; London, 1983. – P. 55–75.

6. Lisichkina G. A. Relationship between soybean nodule bacteria and different plants / G. A. Lisichkina, D. G. Zvyagintsev, P. A. Kazhevin // Interrelationship between microorganisms and plant in soil (Libice, CSSR, June 22-27, 1987) : abstr. – Libice, 1987. – P. 5.

7. Petrychenko V. F., Kots S. Ya. Symbiotic systems in modern agricultural manufacture. Bull. NAS Ukraine. 2014;(3):57-66. (in Ukrainian).

8. Rhizobiaceae: молекулярная биология бактерий взаимодействующих с растениями / под ред. Г. Спайнка, А. Кондороши, П. Хукаса; пер. с англ. И. А. Тихоновича и Н. А. Проворова. – СПб., 2002. – 568 с.

9. Sobhanian H., Razavizade R., Nanjo Y., Ehsanpour A. A., Jazii F. R., Motamed N., Komatsu S. Proteome analysis of soybean leaves, hypocotyls and roots under salt stress. Proteome Sci.2010;8(19):1-15.

10. Антипчук А. Ф. Экологические аспекты селекции ризобий и повышение эффективности симбиоза / А. Ф. Антипчук // Физиол. и биохим. культ. раст. – 1994. – Т. 26. - № 4. – С. 315–333.

11. Биопрепараты в сельском хозяйстве (Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве). – М., 2005. – 154 с.

12. Біологічний азот / [В. П. Патика, С. Я. Коць, В. В. Волкогон, та ін.]. – К. : Світ, 2003. – 424 с.

13. Ковалевська Т.М. Вплив фундазолу та ризоторфіну на продуктивність симбіозу бульбочкових бактерій з рослинами люпину /Т.М. Ковалевська, В.П. Горбань, О.В. Надкернична, А.Г. Бардаков // С.-г. мікробіологія: зб. наук. пр. – Чернівці, 2005. – Вип. 1-2. – С. 52-59.

14. Мишустин Е.Н., Шильникова В.К. Клубеньковые бактерии и инокуляционный процесс. – М.: Наука, 1973.-240с.

15. Натман П. С. Клубеньковые бактерии в почве / П. С. Натман // Почвенная микробиология. – М. : Наука, 1979. – С. 141–167.

16. Пароменская Л.Н. Влияние пестицидов на симбиотические взаимоотношения Rhizobium с бобовыми растениями /Л.Н. Пароменская //Тр. ВНИИСХМ. – 1980. – Т. 50. – С. 97-111.

17. Пароменская Л.Н. Проблемы повышения устойчивости бобово-ризобияльного симбиоза к гербицидам /Л.Н. Пароменская, Т.А. Чернова, Ю.В. Круглов // Микробиология. – 1998. – Т. 67, № 3. – С. 422-427.

18. Пароменская Л.Н. Проблемы повышения эффективности бобово-ризобияльного симбиоза в условиях применения химических средств защиты растений /Л.Н. Пароменская, Т.А. Чернова // Тр. ВНИИСХМ. – 1990. – Т. 60. – С. 58-63.

19. Патика В.П., Тихонович І.А., Філіп'єв І.Д. та ін. Мікроорганізми і альтернативне землеробство / За ред. В.П. Патика. –К.: Урожай, 1993.-176с.

20.Проворов Н. А. Соотношение симбиотрофного и автотрофного питания азотом у бобовых растений: генетико-селекционные аспекты / Н. А. Проворов // Физиология растений. – 1996. – Т. 43, № 1. – С. 127–135.

21.Стоянова Ю. С. Рост, фиксация азота и транспирация растений сои. 1. Влияние температуры корней / Ю. С. Стоянова // Физиология растений. – 1997. – Т. 44, № 3. – С. 413–419.

22.Троицкая Г. Н. Роль малых доз нитрата и симбиотически фиксированного азота в азотном питании сои в онтогенезе / Г. Н. Троицкая, А. Г. Гадимов, С. Ф. Измайлов // Физиология растений. – 1993. – Т. 40, № 3. – С. 448–457.

23.Чеботарь Н.И. Влияние гербицидов на формирование клубеньков и урожай сои /Н.И. Чеботарь, Ю.В. Круглов, З.А. Лупашку // Экология и физиология почвенных микроорганизмов: сб. науч. тр. – Л.,1976. – С. 147-152.

Список використаної літератури у транслітерації / References

1. Aghaei K., Komatsu S. Crop and medicinal plants proteomics in response to salt stress. *Fron. Plant Sci.* 2014; 4(8):1-9.

2. Aranjuelo I., Arrese-Igor C., Molero G. Nodule performance within a changing environmental context. *J. Plant Physiol.* 2014;171(12):1076- 1090.

3. Berkun P. van Anaerobic growth and denitrification among different serogroups of soybean rhizobia / P. van Berkun, H. Keyser Harold // *Appl. and Environ. Microbiol.* – 1985. – Vol. 49, № 4. – P. 772–777.

4. Daniel R. M. Anaerobic growth and denitrification by *R. Japonicum* and other rhizobia / R. M. Daniel, I. M. Smith, J.A.D. Phillip et al. // *J. Gen. Microbiol.* – 1980. – Vol. 120, № 2. – P. 517–521.

5. Jardim J. R. Important limiting factors in soil for the *Rhizobium*legume symbiosis: Biological nitrogen fixation. *Ecology, technology and physiology* / J. R. Jardim, J. R. J. Freire. – New York ; London, 1983. – P. 55–75.

6. Lisichkina G. A. Relationship between soybean nodule bacteria and different plants / G. A. Lisichkina, D. G. Zvyagintsev, P. A. Kazhevin // *Interrelationship between microorganisms and plant in soil (Libice, CSSR, June 22-27, 1987) : abstr.* – Libice, 1987. – P. 5.

7. Petrychenko V. F., Kots S. Ya. Symbiotic systems in modern agricultural manufacture. *Bull. NAS Ukraine.* 2014;(3):57-66. (in Ukrainian).

8. *Rhizobiaceae: molekuliarna biologiiia bakterii vzaimodeistvuiyshchychk s rasteniiamy* / pod red. H. Spainka, A. Kondoroshy, P. Khukasa; per. s anhl. I. A. Tykhonovycha i N. A. Provorova. – SPb., 2002. – 568 s.

9. Sobhanian H., Razavizade R., Nanjo Y., Ehsanpour A. A., Jazii F. R., Motamed N., Komatsu S. Proteome analysis of soybean leaves, hypocotyls and roots under salt stress. *Proteome Sci.*2010;8(19):1-15.

10. Antypchuk A. F. Ekolohicheskie aspekty selektsyy rizobii i povyshenie efektyvnosti simbioza / A. F. Antypchuk // *Fiziol. i biokhim. kult. rast.* – 1994. – Т. 26, № 4. – С. 315–333.

11. Biopreparaty v selskom khoziaistve (Metodolohyia i praktika prymereniia mikroorhanizmov v rastenievodstve i kormoproizvodstve). – M., 2005. – 154 s.
12. Biolohichnyi azot / [V. P. Patyka, S. Ya. Kots, V. V. Volkohon ta in.]. – K. : Svit, 2003. – 424 s.
13. Kovalevska T. M. Vplyv fundazolu ta ryzotorfyny na produktyvnist symbiozu bulbochkovykh bakterii z roslynamy liupynu / T. M. Kovalevska, V. P. Horban, O. V. Nadkernychna, A. H. Bardakov // S.-h. mikrobiolohiia: zb. nauk. pr. – Chernihiv, 2005. – Vyp. 1-2. – S. 52-59.
14. Myshustyn E. N., Shylnikova V. K. Klubenkovye bakterii i inokuliatcionnyi protsess. – M.: Nauka, 1973. – 240 s.
15. Natman P. S. Klubenkovye bakterii v pochve / P. S. Natman // Pochvennaia mikrobiolohiia. – M. : Nauka, 1979. – S. 141–167.
16. Paromenskaia L. N. Vliianie pestitsydov na symbioticheskie vzaimootnosheniia Rhizobium s bobovymi rasteniiami / L. N. Paromenskaia // Tr. VNIISKHM. – 1980. – T. 50. – S. 97-111.
17. Paromenskaia L. N. Problemy povysheniia ystoichyvosti bobovo-ryzobialnogo symbioza k herbitydam / L. N. Paromenskaia, T. A. Chernova, Yu. V. Kruhlov // Mikrobiolohiia. – 1998. – T. 67, № 3. – S. 422-427.
18. Paromenskaia L. N. Problemy povysheniia effektivnosti bobovo-ryzobialnogo symbyoza v ysloviakh primeniia khimicheskikh sredstv zashchity rastenii / L. N. Paromenskaia, T. A. Chernova // Tr. VNIISKHM. – 1990. – T. 60. – S. 58-63.
19. Patyka V. P., Tykhonovych I. A., Filipiev I. D. ta in. Mikroorhanizmy I alternatyvne zemlerobstvo / Za red. V. P. Patyka. – K.: Yrozhai, 1993. – 176 s.
20. Provorov N. A. Sootnosheniie symbiotrofnoho I avtotrofnoho pitaniia azotom u bobovukh rastenii: henetyko-selektionnye aspect / N. A. Provorov // Fiziolohiia rastenii. – 1996. – T. 43, № 1. – S. 127–135.
21. Stoianova Yu. S. Rost, fiksatsyia azota I transpiratsyia rastenii soi. 1. Vliianie temperatury kornei / Yu. S. Stoianova // Fiziolohiia rastenii. – 1997. – T. 44, № 3. – S. 413–419.
22. Troitskaia H. N. Rol malyh doz nitrata I symbioticheski ficsirovanoho azota v azotnom pitanii soi v ontoheneze / H. N. Troitskaia, A. H. Hadimov, S. F. Izmailov // Fiziolohiia rastenii. – 1993. – T. 40, № 3. – S. 448–457.
23. Chebotar N. I. Vliianiie herbitydov na formirovaniie klubenkov I urozai soi / N. I. Chebotar, Yu. V. Kruhlov, Z. A. Lupashku // Ekolohiia I aiziologiia pochvenukh mikroorhanizmov: sb. nauch. tr. – L., 1976. – S. 147-152.

АННОТАЦИЯ

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РАЗВИТИЕ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ БОБОВО-РИЗОБИАЛЬНОГО СИМБИОЗА / АЛЕКСЕЕВ А. А.

Проведен обзор литературных источников относительно выявления влияния экологических факторов на развитие и производительность бобово-ризобияльного

симбіоза. Предпосылкой изучения данного вопроса было определено нерациональное использование природных ресурсов в ведении отрасли сельского хозяйства. Именно одним из самых приоритетных направлений решения данной проблемы есть биологизация производственного процесса, то есть внедрение в сельскохозяйственное производство современных биотехнологических приемов, которые являются одним из основных способов преодоления продовольственного кризиса. Одним из таких приемов есть использование микроорганизмов. Именно микроорганизмы могут выступать в качестве источников естественных биологически активных веществ, которые являются регуляторами ключевых звеньев метаболизма важных сельскохозяйственных растений. Ярким примером данных организмов являются почвенные бактерии, в первую очередь, ризобии, что в симбиозе с бобовыми растениями фиксируют молекулярный азот атмосферы и превращают его в соединения, способные легко усваиваться живыми организмами, а также продуцируют физиологически активные вещества, что способствует повышению урожая сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: азотфиксация, микроорганизмы, ризобии, симбиоз.

ANNOTATION
INFLUENCE OF THE ECOLOGICAL FACTORS ON THE
DEVELOPMENT AND PRODUCTIVITY OF LEGUME-RHIZOBIUM
SYMBIOSIS / ALIEKSEIEV O. O.

The review of literature sources to identify the influence of the ecological factors on the development and productivity of legume-rhizobium symbiosis is conducted. It was determined unsustainable use of natural resources in the conduct of agriculture by the precondition of this inquiry. One of the most priority directions of solving this problem is biological production process, that is the implementation modern biotechnological methods in the agricultural production, which is one of the main ways to overcome the food crisis. One of these methods is usage of microorganisms. It is the microorganisms that can act as natural sources of biologically active substances, which are regulators of the key elements of important agricultural plants metabolism. A vivid example of these organisms are soil bacteria, primarily, rhizobia that in symbiosis with leguminous plants fixes molecular atmosphere nitrogen and turns it into the compounds that can easily be absorbed by living organisms and produces physiologically active substances, which promotes the agricultural crop improvement.

Key words: nitrogen fixation, microorganisms, rhizobia, symbiosis.

Авторські дані

Алексєєв Олексій Олександрович – асистент кафедри екології та охорони навколишнього середовища Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3., e-mail: alexeev@vsau.vin.ua).