

УДК 631.452:631.461.3:631.31/.37

DOI: 10.37128/2707-5826-2020-1-4

**ПІДВИЩЕННЯ РОДЮЧОСТІ  
ГРУНТУ В РЕЗУЛЬТАТІ  
НАКОПИЧЕННЯ  
БІОЛОГІЧНОГО АЗОТУ  
БОБОВИМИ КУЛЬТУРАМИ**

**І.М. ДІДУР**, канд. с.-г. наук,  
доцент

**В.В. ШЕВЧУК**, аспірант

Вінницький національний аграрний  
університет

Аналізом літературних джерел з'ясовано, що бобово-ризобіальні системи щороку з атмосфери фіксують від 40 до 300 кг азоту на 1 га посіву. Посіви бобових культур завдяки здатності фіксувати азот повітря відіграють важливу роль у збереженні та відновленні природної родючості ґрунту.

Відомо, що у процесі діяльності чергування культур у сівозміні з бобовими відбувається відновлення видового складу ґрунтових мікроорганізмів, у результаті чого підтримується сталий показник родючості ґрунту.

Бобові культури є цінними сидератами. Зелене добриво бобових культур проявляє позитивний вплив на підвищення урожайності рослин, сприяє як збереженню, так і підвищенню родючості ґрунтів. Заорювання сидератів призводить до підвищення вмісту гумусу у ґрунті та доступності для сільськогосподарських культур фосфатів, зменшення газоподібних втрат азоту з ґрунтового шару. Після перегнивання та мінералізації сидератів бобових культур ґрунт поповнюється поживними макро- та мікроелементами. Сидерати здатні розпушувати важкі ґрунти, покращувати їх структуру, а також пригнічувати ріст бур'янів, що створюють дефіцит вологи та спустошують ґрунт елементами живлення.

Завдяки вищезазначеному вирощування гороху підвищується ефективність засвоєння органічних добрив наступними культурами.

У статті обґрунтовано результати підвищення азотфіксуючої здатності гороху посівного при застосуванні мікробного препарату Біоінокулянта і регулятора росту рослин Марс ЕЛ та їх ролі у підвищенні вмісту біологічного азоту для відновлення родючості ґрунту.

Встановлено, що симбіотична діяльність рослин гороху залежить від фази росту культури. Найвищі показники кількості активних азотфіксуючих бульбочок на коренях рослин гороху виявлено у фазу бутонізації за передпосівної обробки насіння при комплексному застосуванні Біоінокулянта та регулятора росту Марс ЕЛ.

Досліджено, що за сумісного застосування Біоінокулянта та регулятора росту рослин Марс ЕЛ маса активних бульбочок на коренях рослини збільшувалася на 33% (фаза утворення 5-6 листків), 38,8% (фаза бутонізації) та 22,8% (фаза цвітіння) у порівнянні з контролем.

*Встановлено, що застосування інокулянта та регулятора росту рослин з фоном удобрення N30P30K30 бульбочки на коренях рослин найбільше були зосереджені на головному корені і мали рожеве забарвлення. У технологічному процесі передпосівна обробка насіння гороху Біоінокулянтом та регулятором росту рослин Марс EL є перспективною для покращення симбіотичної діяльності культури, що сприяє процесам відтворення природної родючості ґрунту. Доцільно дослідити вплив інокуляції та різних за механізмом дії регуляторів росту на симбіотичну діяльність гороху озимого.*

**Ключові слова:** родючість ґрунту, бобові культури, сидерати, симбіотична азотфіксація, інокулянт, регулятор росту рослин.

**Табл. 2. Літ. 15.**

**Постановка проблеми.** Сутність біологізації землеробства полягає в збагаченні ґрунту органічною речовиною і зміцненні енергетики ґрунтового покриву, залученні ресурсів біологічного азоту бобових рослин за допомогою симбіотичної азотфіксації його з атмосфери і посилення конкурентоспроможності польових культур по відношенню до сміттевого компоненту.

Біологізація процесів в землеробстві передбачає освоєння сівозмін шляхом насичення одно- та багаторічними бобовими культурами для збереження і підвищення родючості ґрунту, а також використання бактеріальних і органічних добрив. При цьому зростає роль культури, що впливає на процеси мобілізації азоту і органічної речовини ґрунту, як найбільш чутливого до різних зовнішніх впливів [1].

У біологічній фіксації азоту непряму, але дуже важливу роль відіграє сама коренева система, по якій у бульбочки надходить енергетичний матеріал, вода і елементи мінерального живлення. Частину кореневої системи з розташованими на ній бульбочками називають симбіотичних апаратом.

Період від початку утворення бульбочок до їх повного лізису називається тривалістю загального симбіозу, а період функціонування клубочків з леггемоглобіном – тривалістю активного симбіозу [2].

Бульбочки на коренях бобових рослин є складною системою азотфіксації, до якої входить гіпертрофована тканина кореня та бактеріальні клітини. Вони містять леггемоглобін та продукт симбіозу – ферментативний комплекс.

Оскільки фіксація азоту відбувається в бульбочках, то найбільш ефективно оцінити цей процес можна за розвитком і активністю симбіотичного апарату.

Відомо, що маса бульбочок залежить від фази розвитку рослин і умов їх вирощування. Формування та активність симбіотичного апарату знаходяться в прямій залежності від ряду факторів навколишнього середовища, в тому числі від наявності вологи в ґрунті [3].

Симбіотична та фотосинтетична діяльність рослин взаємопов'язані між собою. Відтік до коріння продуктів синтезу надземної частини рослин сприяє

кращому проникненню кореневої системи до шарів ґрунту. У свою чергу рослина підживлюється ресурсами землі і, тим самим, збільшує надземну масу [2].

Посіви бобових культур активно фіксують азот повітря, вирішують проблему збереження і навіть розширеного відтворення природної родючості ґрунту. Збагачення відбувається під час вирощування бобових рослин (люпин, горох, соя, конюшина, люцерна, вика, буркун тощо) і при подальшому розкладанні їх коренів і листків. Після відмирання коренів бобових рослин бульбочкові бактерії не гинуть, а ведуть сапрофітний спосіб життя [4]. Бульбочкові бактерії здатні поглинати з атмосферного повітря до 300 кг азоту на 1 гектарі посівів бобових, і при цьому в ґрунті ще залишається понад 50 кг азотовмісних сполук. Різні форми бактерій мають специфічну схильність до розвитку на коренях певних представників бобових: *Rhizobium leguminosarum* – у гороху, кормових бобів, вики; *Rhizobium meliloti* – у буркуну, люцерни; *Bradyrhizobium japonicum* – у сої; *Rhizobium trifolium* – у конюшини [5]. Цей тип симбіозу дуже важливий в природі і, особливо, під час вирощування рослин, тому що забезпечує їх підвищену поживність і врожайність, а одночасно – оновлення ґрунту та підвищення його родючості.

Незважаючи на високу цінність бобових культур, роль біологічного азоту як фактора підвищення родючості ґрунту, врожайності, економічності культур і охорони біосфери ще недостатньо оцінена.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Одне з найголовніших джерел поповнення азотного фонду орних ґрунтів – біологічна фіксація молекулярного азоту атмосфери, який знаходиться в недоступній для вищих рослин формі. Високоєфективним є використання інокулянтів на бобових культурах, що дало змогу підвищувати урожайність культур та відтворювати природну родючість ґрунту. Досліджена дія інокулянтів на різних бобових культурах: сої [6, 7, 8, 9], люпину [10], гороху [11, 12] та інших.

Встановлено, що за використання передпосівної обробки насіння рослин сої інокульованих штамів *Bradyrhizobium japonicum* відбувалося підвищення азотфіксувального потенціалу бульбочкових бактерій. Так, у сортів Горлиця збільшувалась кількість біологічно фіксованого азоту (161,8 кг/га), а у КиВін (145,1 кг/га) у порівнянні з контролем [6]. Інтенсивність азотфіксації (більша кількість і кращий розвиток бульбочок) підвищувалася у рослин сої сорту Білосніжка за інокуляції препаратом Ризогумін [7].

У інших джерелах вказується про посилення нітрогеназної активності корневих бульбочок рослин сої сортів Агат та Подільська 1, особливо у фазу

зеленого бобу, під час комплексного застосування інокуляції штамми *Br. japonicum* та ретардантів [8].

Встановлено, що у рослин люпину білого сортів Вересневий та Макарівський за комплексної передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень Ризогуміном та Емістимом С покращувалася робота симбіотичного апарату [13]. Автор вказує, що у фазі наливу зерна виявлені високі показники кількості та маси бульбочок.

Передпосівна обробка насіння гороху сорту Альфа штамми бульбочкових бактерій *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* RRL8 і RRL9 зумовлювала інтенсифікацію фіксації азоту [12].

**Мета статті** полягає у виявленні підвищення азотфіксуючої здатності бобових культур, зокрема гороху, при застосуванні мікробного препарату Біоінокулянта та регулятора росту рослин Марс EL, їх ролі у підвищенні вмісту біологічного азоту для відновлення родючості ґрунту.

**Методика досліджень.** Дослідження здійснювали в умовах правобережного Лісостепу на базі Калинівської філії ПрАТ «Райз-Максимко». У ході досліджень використовували сорт Меценат. Ґрунти ділянки – сірі лісові середньосуглинкові. Площа облікової ділянки – 25 м<sup>2</sup>. Повторюваність досліду триразова.

Передпосівну обробку насіння здійснювали за схемою:

1. Контроль (насіння замочували у воді).
2. Біоінокулянт (насіння замочували: 10 мл на 0,1 л води).
3. Біоінокулянт + Марс EL – сумісна передпосівна обробка (насіння замочували: 10 мл на 0,1 л води + 10 мл на 0,5 л води).

У якості попередника у досліді використовували озиму пшеницю.

Кількість та масу бульбочок визначали методом відбору моноліту (розмір 55x45x15 см), потім відмивали бульбочки, підраховували та зважували їх.

**Виклад основного матеріалу досліджень.** У агрокліматичних умовах України бобово-ризобіальні системи щорічно з атмосфери фіксують від 40 до 300 кг азоту на 1 га посіву (Табл. 1.). Слід відмітити, що саме одно- та багаторічні бобові культури являються добрими попередниками для всіх сільськогосподарських культур у сівозміні, а їх післядія у ній триває впродовж 2-5 років.

У процесі діяльності чергування культур у сівозміні з бобовими відбувається відновлення видового складу ґрунтових мікроорганізмів, у результаті чого підтримується сталий показник родючості [14].

Найбільш високий рівень накопичення азоту виявлений у багаторічних бобових трав люцерни і конюшини (до 3-6 ц азоту за рік). Однорічні бобові культури в зв'язку з коротким вегетаційним періодом і нетривалим терміном продуктивної азотфіксації накопичують менше азоту, але і в цьому випадку його може бути 50-60 кг на 1 га. Важливо враховувати також, що після обробки бобових культур відбувається збагачення ґрунту азотом. Бобові

Таблиця 1

**Масштаби симбіотичної фіксації азоту та його надходження в землеробстві  
України [4]**

Культура	Середні розміри азотфіксації, кг/га	Залишок азоту в ґрунті, кг/га	Еквівалент дози мінеральних добрив, кг/га
Зернобобові (горох посівний, вика яра)	50-90	10-20	25-35
Соя	90-150	35-50	70-100
Багаторічні бобові трави (люцерна посівна, конюшина лучна, еспарцет піщаний)	120-350	60-120	150-200

*Джерело сформовано на основі результатів досліджень [4].*

культури є цінними сидератами.

Відновлення родючості ґрунту можливе за рахунок максимального нагромадження у ньому органічної маси. Останнім часом значно скоротилося внесення органічних добрив. Використання сидерації порівнюється з показниками підстилкового гною. Відомо, що «одна тонна приораного зеленого добрива еквівалентна внесенню 0,5 т/га гною» [15].

Зелене добриво багатьох сільськогосподарських культур та бобових, зокрема, не лише проявляє позитивний вплив на підвищення урожайності рослин, але й сприяє як збереженню, так і підвищенню родючості ґрунтів. Це пояснюється тим, що заорювання сидератів призводить до підвищення вмісту гумусу у ґрунті та доступності для сільськогосподарських культур фосфатів, зменшення газоподібних втрат азоту з ґрунтового шару. Після перегнивання та мінералізації сидератів ґрунт поповнюється поживними макро- та мікроелементами. Сидерати здатні розпушувати важкі ґрунти, покращувати їх структуру, а також пригнічувати ріст бур'янів, що створюють дефіцит вологи та спустошують ґрунт елементами живлення. Після збирання однорічних бобових культур і заорювання рослинних залишків у ґрунт потрапляє 14-29 ц органічної речовини на 1 га з вмістом 32-50 кг азоту. Після конюшини і люцерни в ґрунт надходить 47-73 ц рослинних залишків, що містять 96-167 кг азоту. Багаторічні бобові культури забезпечують позитивний азотний баланс ґрунту, а під однорічними культурами відзначається значний дефіцит азотного балансу ґрунту.

Горох має агротехнічне значення як азотфіксуюча культура. Коренева система гороху володіє високою здатністю засвоєння і може достатньо глибоко проникати у товщу ґрунту. Це дозволяє використовувати важкорозчинні та малодоступні для злакових культур елементи живлення як з поверхневого шару, так і з глибинних шарів ґрунту. Після вирощування гороху підвищується ефективність засвоєння органічних добрив наступними культурами.

Горох характеризується як симбіотрофним, так і автотрофним типами азотного живлення. Тому часткова заміна мінерального азоту біологічним викликає інтерес до даної культури.

Встановлено, що застосування Біоінокулянта як окремо, так і комплексно з регулятором росту Марс ЕЛ призводило до стимуляції утворення бульбочок у всіх варіантах досліду (Табл. 2).

Виявлено, що симбіотична діяльність рослин гороху залежить від фази росту культури. За передпосівної обробки насіння Біоінокулянтом кількість активних бульбочок на коренях рослини збільшувалася на 37,2% (фаза утворення 5-6 листків), 58,5% (фаза бутонізації) та 23% (фаза цвітіння) у порівнянні з контролем.

За сумісного використання Біоінокулянта та регулятора росту Марс ЕЛ кількість активних бульбочок на коренях рослини збільшувалася на 44,2% (фаза утворення 5-6 листків), 74,8% (фаза бутонізації) та 35,2% (фаза цвітіння) у порівнянні з контролем.

Найбільша кількість активних азотфіксуючих бульбочок на коренях рослин гороху відмічено у фазу бутонізації як за використання Біоінокулянта, так і за сумісного застосування Біоінокулянта та регулятора росту Марс ЕЛ.

Найвищі показники кількості активних азотфіксуючих бульбочок на коренях рослин гороху виявлено у фазу бутонізації за передпосівної обробки насіння Біоінокулянта та Марса ЕЛ.

Кількість бульбочок на одній рослині є важливою характеристикою симбіотичного апарату культури гороху, проте велика кількість дрібних бульбочок може знижувати ефективність бобово-ризобіального симбіозу.

Тому нами була досліджена маса активних бульбочок на коренях рослин гороху.

Передпосівна обробка насіння гороху Біоінокулянтом збільшувала масу активних бульбочок на рослині. Так, у фазу утворення 5-6 листків показник підвищувався на 10%, у фазу бутонізації – 25,6% та у фазу цвітіння – 11,4 % у порівнянні з контролем. За сумісного застосування Біоінокулянта та регулятора росту рослин Марс ЕЛ маса активних бульбочок на коренях рослини збільшувалася на 33% (фаза утворення 5-6 листків), 38,8% (фаза бутонізації) та 22,8% (фаза цвітіння) у порівнянні з контролем.

Таблиця 2

**Вплив інокуляції та регулятора росту на симбіотичну діяльність гороху  
посівного**

Фон добрив	Варіант	Кількість активних бульбочок, шт. / рослину			Маса активних бульбочок, г / рослину		
		5-6 листків	бутонізація	цвітіння	5-6 листків	бутонізація	цвітіння
N30P30K30	Контроль	11,3	12,3	16,5	0,060	0,090	0,070
	Біоінокулянт	15,5	19,5	22,3	0,066	0,113	0,078
	Біоінокулянт + Марс EL	16,3	21,5	20,3	0,080	0,125	0,086

*Джерело: сформовано на основі результатів досліджень*

Тому нами була досліджена маса активних бульбочок на коренях рослин гороху. Передпосівна обробка насіння гороху Біоінокулянтом збільшувала масу активних бульбочок на рослині. Так, у фазу утворення 5-6 листків показник підвищувався на 10%, у фазу бутонізації – 25,6% та у фазу цвітіння – 11,4 % у порівнянні з контролем.

За сумісного застосування Біоінокулянта та регулятора росту рослин Марс EL маса активних бульбочок на коренях рослини збільшувалася на 33% (фаза утворення 5-6 листків), 38,8% (фаза бутонізації) та 22,8% (фаза цвітіння) у порівнянні з контролем. Виявлено, що за комплексного застосування Біоінокулянта та регулятора росту рослин Марс EL з фоном удобрення N30P30K30 бульбочки на коренях рослин найбільше були зосереджені на головному корені і мали рожеве забарвлення.

До фази цвітіння у всіх дослідних варіантах помітно знижувалося кількість бульбочок на рослинах. Зниження симбіотичної діяльності пов'язане з відторгненням їх зайвої кількості через збільшення витрат асимілянтів на формування репродуктивних органів. У фазу цвітіння у рослин гороху відбуваються обмінні процеси, кінцевою метою яких є формування максимальної кількості насіння.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** У технологічному процесі передпосівна обробка насіння гороху Біоінокулянтом та регулятором росту рослин Марс EL є перспективною для покращення симбіотичної діяльності культури, що сприяє процесам відтворення природної родючості

грунту. Встановлено, що застосування Біоінокулянта як окремо, так і комплексно з регулятором росту Марс ЕЛ призводило до стимуляції утворення бульбочок на коренях рослин гороху у всіх варіантах досліджу.

Актуальним є питання дослідження впливу інокуляції та регуляторів росту на симбіотичну діяльність гороху озимого.

### Список використаної літератури

1. Бекузарова С.А., Ханиева И.М., Качмазов Д.Г. Экологические аспекты ремедиации почв. Экологические аспекты жизнедеятельности человека, животных и растений. Москва-Белгород. Белгород. 2017. С. 7-28.
2. Звягинцев Д.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв. Учебник. М. Изд-во МГУ. 2005. 445 с.
3. Коць С.Я., Моргун В.В., Патыка В.Ф. и др. Биологическая фиксация азота: бобово-ризобияльный симбиоз. Т. 1. К. Логос. 2010. 508 с.
4. Петриченко В.Ф., Коць С.Я. Симбіотичні системи у сучасному сільськогосподарському виробництві. *Вісник НАН України*. 2014. № 3. С. 57-66.
5. Патица В.П., Гнатюк Т.Т., Булець Н.М., Кириленко Л.В. Біологічний азот у системі землеробства. *Землеробство*. 2015. Вип. 2. С. 12-20.
6. Алексеєв О.О. Азотфіксація як вагомий чинник підвищення продуктивності сої. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасні агротехнології: тенденції та інновації». 2015. С. 325-327.
7. Шевніков М.Я., Кулібаба М.Ю. Урожайність та якість насіння сої залежно від строків сівби і використання біопрепаратів. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2013. № 3. С. 41-44.
8. Голунова Л.А., Кур'ята В.Г. Регуляція продукційного процесу і симбіотичної азотфіксації сої за допомогою ретардантів. Вінниця. ТОВ «Нілан-ЛТД». 2016. 142 с.
9. Ласло О.О., Пономаренко В.В. Особливості передпосівної обробки сої інокулянтами у суміші з мікродобривами. Актуальні питання сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах змін клімату. *Збірник наукових праць всеукраїнської науково-практичної конференції*. Тернопіль. Крок. 2017. С. 91-92.
10. Мазур В.А., Панцирева Г.В., Дідур І.М., Прокопчук В.М. Люпин білий. Генетичний потенціал та його реалізація у сільськогосподарському виробництві. Монографія. Вінниця. 2018. 231 с.
11. Телекало Н.В. Влияние инокуляции и внекорневых подкормок на урожайность сортов гороха. *Зернобобовые и крупяные культуры*. Орел. 2014. № 1(9). С. 16-22.
12. Стамбульська У.Я. Вплив місцевих штамів азотфіксуючих бульбочкових бактерій на деякі біохімічні показники рослин гороху. *Біологічні системи*. 2016. Т. 8. Вип. 1. С. 40-47.



13. Панцирева Г.В. Продуктивність та азотфіксуюча здатність сортів люпину білого залежно від елементів технології вирощування в умовах правобережного Лісостепу України. *Збалансоване природокористування*. 2017. Вип. 2. С. 53-57.

14. Кондратюк Ю.Ю., Маменко М.П., Коць С.Я. Протеоміка бобово-ризобіального симбіозу: досягнення та перспективи. *Ukr. Biochem. J.* 2015. Vol. 87. № 5. Р. 24-37.

15. Глущенко М.К., Крупко Г.Д. Особливості застосування сидерації та роль зелених добрив у підвищенні родючості ґрунтів. *Вісник НУБГЛ*. 2016. Вип. 3(75). С. 173-178.

### Список використаної літератури у транслітерації / References

1. Bekuzarova S.A., Hanieva I.M., Kachmazov D.G. (2017). Ekologicheskie aspekty remediatsii pochv. Ekologicheskie aspekty jiznedeyatelnosti cheloveka, jivotnyih i rasteniy [*Ecological aspects of soil remediation. Ecological aspects of human, animal and plant life*]. Moskva-Belgorod. [in Russian].

2. Zvyagintsev D.G., Babeva I.P., Zenova G.M. (2005). Biologiya pochv [*Soil biology*]. Moskva. [in Russian].

3. Kots S.YA., Morgun V.V., Patyika V.F. i dr. (2010). Biologicheskaya fiksatsiya azota: bobovo-rizobialnyiy simbioz [*Biological nitrogen fixation: legume-rhizobial symbiosis*]. Vols 1. Kyiv. [in Ukrainian].

4. Petrychenko V.F., Kots S.Ia. (2014). Symbiotychni systemy u suchasnomu silskohospodarskomu vyrobnytstvi [*Symbiotic systems in modern agricultural production*]. *Visnyk NAN Ukrainy*. 3. 57-66. [in Ukrainian].

5. Patyika V.P., Hnatiuk T.T., Bulets N.M., Kyrylenko L.V. (2015). Biologichnyi azot u systemi zemlerobstva [*Biological nitrogen in the farming system*]. *Zemlerobstvo*. Issue 2. 12-20. [in Ukrainian].

6. Alekseiev O.O. (2015). Azotfiksatsiia yak vahomyi chynnyk pidvyshchennia produktyvnosti soi [*Nitrogen fixation as a significant factor in improving soybean productivity*]. *Materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Suchasni ahrotekhnolohii: tendentsii ta innovatsii»*. 325-327. [in Ukrainian].

7. Shevnikov M.Ia., Kulibaba M.Iu. (2013). Urozhainist ta yakist nasinnia soi zalezho vid strokiv sivby i vykorystannia biopreparativ [*Yield and quality of soybean seeds, depending on the time of sowing and use of biological products*]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 3. 41-44. [in Ukrainian].

8. Holunova L.A., Kuriata V.H. (2016). Rehuliatsiia produktsiinoho protsesu i symbiotychnoi azotfiksatsii soi za dopomohoiu retardantiv [*Regulation of the production process and symbiotic nitrogen fixation of soybeans by means of retardants*]. Vinnytsia. [in Ukrainian].

9. Laslo O.O., Ponomarenko V.V. (2017). Osoblyvosti peredposivnoi obrobky soi inokuliantamy u sumishi z mikrodobryvamy [*Features of pre-sowing soybean inoculants in a mixture with microfertilizers*]. Aktualni pytannia suchasnykh

tehnolohii vyroshchuvannya silskohospodarskykh kultur v umovakh zmin klimatu. *Zbirnyk naukovykh prats vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii*. Ternopil. 91-92. [in Ukrainian].

10. Mazur V.A., Pantsyрева H.V., Didur I.M., Prokopchuk V.M. (2018). Liupyn bilyi. Henetychnyi potentsial ta yoho realizatsiia u silskohospodarske vyrobnytstvo [*Lupine is white. Genetic potential and its realization in agricultural production*]. Vinnytsia. [in Ukrainian].

11. Telekalo N.V. (2014). Vliyanie inokulyatsii i vnekornevyih podkormok na urojajnost sortov goroha [*The effect of inoculation and foliar top dressing on the productivity of pea varieties*]. *Zernobobovyie i krupyanyie kulturyi – Legumes and cereals*. Issue 1 (9). 16-22. [in Russian].

12. Stambulska U.Ia. (2016). Vplyv mistsevykh shtamiv azotfiksuichykh bulbochkovykh bakterii na deiaki biokhimichni pokaznyky roslyn horokhu [*Effect of local strains of nitrogen-fixing potato bacteria on some biochemical parameters of pea plants*]. *Biologichni systemy – Biological systems*. Vols. 8. Issue 1. 40-47. [in Ukrainian].

13. Pantsyрева H.V. (2017). Produktyvnist ta azotfiksuucha zdatnist sortiv liupynu biloho zalezno vid elementiv tehnolohii vyroshchuvannya v umovakh pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [*Productivity and nitrogen-fixing ability of white lupine varieties depending on the elements of cultivation technology in the conditions of the right-bank Forest Steppe of Ukraine*]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannya – Balanced nature management*. Issue 2. 53-57. [in Ukrainian].

14. Kondratiuk Yu.Iu., Mamenko M.P., Kots S.Ia. (2015). Proteomika bobovo-ryzobialnoho symbiozu: dosiahnennia ta perspektyvy [*Proteomics of legume rhizobial symbiosis: achievements and prospects*]. *Ukr. Biochem. J.* Vols. 87 (5). 24-37. [in Ukrainian].

15. Hlushchenko M.K., Krupko H.D. (2016). Osoblyvosti zastosuvannya syderatsii ta rol zelenykh dobryv u pidvyshchenni rodiuchosti hruntiv [*Peculiarities of application of sideration and the role of green fertilizers in increasing soil fertility*]. *Visnyk NUVHL – Bulletin of NUVGL*. Issue 3 (75). 173-178. [in Ukrainian].

### **АННОТАЦИЯ**

#### **ПОВЫШЕНИЕ ПЛОДРОДИЯ ПОЧВЫ В РЕЗУЛЬТАТЕ НАКОПЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО АЗОТА БОБОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ**

Анализом литературных источников установлено, что бобово-ризобияльные системы ежегодно из атмосферы фиксируют от 40 до 300 кг азота на 1 га посева. Посевы бобовых культур благодаря способности фиксировать азот воздуха играют важную роль в сохранении и восстановлении естественного плодородия почвы.

Известно, что в процессе деятельности чередование культур в севообороте с бобовыми происходит восстановление видового состава

почвенных микроорганизмов, в результате чего поддерживается постоянный показатель плодородия почвы.

Бобовые культуры являются ценными сидератами. Зеленое удобрение бобовых культур проявляет положительное влияние на повышение урожайности растений, способствует как сохранению, так и повышению плодородия почв. Запахивания сидератов приводит к повышению содержания гумуса в почве и доступности для сельскохозяйственных культур фосфатов, уменьшение газообразных потерь азота из почвенного слоя. После перегнивания и минерализации сидератов бобовых культур почва пополняется питательными макро- и микроэлементами. Сидераты способны рыхлить тяжелые почвы, улучшать их структуру, а также подавлять рост сорняков, создают дефицит влаги и опустошают почву элементами питания.

В статье обоснованы результаты повышения азотфиксирующей способности гороха посевного при применении микробного препарата Биоинокулянта и регулятора роста растений Марс ЕL и их роли в повышении содержания биологического азота для восстановления плодородия почвы.

Установлено, что симбиотическая деятельность растений гороха зависит от фазы роста культуры. Самые высокие показатели количества активных азотфиксирующих клубеньков на корнях растений гороха обнаружено в фазу бутонизации при предпосевной обработке семян комплексного применения Биоинокулянта и регулятора роста Марса ЕL.

Доказано, что при совместном применении Биоинокулянта и регулятора роста растений Марс ЕL масса активных клубеньков на корнях растения увеличивалась на 33% (фаза образования 5-6 листьев), 38,8% (фаза бутонизации) и 22,8% (фаза цветения) в сравнении с контролем.

Установлено, что применение инокулянта и регулятора роста растений с фоном удобрения N30P30K30 клубеньки на корнях растений больше всего были сосредоточены на главном корне и имели розовую окраску.

В технологическом процессе предпосевная обработка семян гороха Биоинокулянтом и регулятором роста растений Марс ЕL является перспективной для улучшения симбиотической деятельности культуры, способствует процессам воспроизводства естественного плодородия почвы.

Целесообразно исследовать влияние инокуляции и различных за механизму действия регуляторов роста на симбиотическую деятельность гороха озимого.

**Ключевые слова:** плодородие почвы, бобовые, сидераты, симбиотическая азотфиксация, инокулянт, регулятор роста растений.

**Табл. 2. Лит. 15.**

**ANNOTATION**  
**INCREASING SOIL FERTILITY AS A RESULT OF THE**  
**ACCUMULATION OF NITROGEN BY LEGUMINOUS CROPS**

*Analysis of literary sources shows that legume-rhizobial systems annually fix nitrogen from the atmosphere in the amount of from 40 to 300 kg of per 1 ha of crop. Crops of legumes by Nitrogen fixation capabilities play an important role in saving and improvement of the natural soil fertility. It is known that in the process of the crop rotation with legumes the species composition of soil microorganisms is restored, as a result stable soil fertility rate is supported.*

*Legumes plants are valuable siderata. Green legume fertilizer has a positive effect on increasing the productivity of plants, causes to the conservancy and increase of soil fertility. The plowing of the siderates leads to an increase in the humus content in the soil and the availability of phosphate treatment, a reduction in nitrogen gas losses from the soil. After decomposition and mineralization of leguminous siderata, the soil is replenished with nutritious macro- and microelements. Siderata is able to loosen heavy soils, improve their structure, and inhibit the growth of weeds that create water deficiency and reduce the content of minerals in the soil. Growing of peas leads to increased of the absorption efficiency of organic fertilizers by the following crops.*

*The article approves the results of increasing the nitrogen-fixing ability of sowing pea with applying of the microbial preparation Bioinoculant and plant growth regulator Mars EL, and their role in increasing of biological nitrogen content for repair of soil fertility.*

*It was established that the symbiotic activity of pea plants depends on the growth phase of the crop. The highest indexes of active nitrogen-fixing nodules on the roots of pea plants were found in the budding phase after pre-sowing seed complex treatment with Bioinoculant and growth regulator Mars EL.*

*It was researched that he combined use of Bioinoculant and plant growth regulator Mars EL provided the increase of the mass of active nodules at the roots of the plant by 33% (phase of formation of 5-6 leaves), 38,8% (budding phase) and 22,8% (flowering phase) compared to the control.*

*It was found that the use of inoculant and plant growth regulator with N30P30K30 fertilizer background leads to the greatest concentration of nodules on the main roots of the plants. The nodules had a pink color. In the technological process, the pre-sowing treatment of pea seeds with Bioinoculant and plant growth regulator Mars EL is an important perspective for improving the symbiotic activity of culture. This induces the reproduction of the soil's natural fertility. It is advisable to investigate the effect of inoculation and growth regulators with the different mechanism of action on the symbiotic activity of winter peas.*

**Key words:** soil fertility, legumes, siderata, symbiotic nitrogen fixation, inoculant, plant growth regulator

**Tabl. 2. Lit. 15.**

### Інформація про авторів

**Дідур Ігор Миколайович** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, декан факультету агрономії та лісівництва Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна 3, e-mail: ididur@yandex.ru).

**Шевчук Вікторія Вікторівна** – аспірантка кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна 3 e-mail: Vvictoriya07@gmail.com).

**Дидур Игорь Николаевич** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, декан факультета агрономии и лесоводства Винницкого национального аграрного университета (21008, г. Винница, ул. Солнечная 3, e-mail: ididur@yandex.ru).

**Шевчук Виктория Викторовна** – аспирантка кафедры земледелия, почвоведения и агрохимии Винницкого национального аграрного университета (21008, г. Винница, ул. Солнечная 3 e-mail: Vvictoriya07@gmail.com).

**Didur Ihor** – candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Agronomy and Forestry of Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, Soniachna St. 3, e-mail: ididur@yandex.ru)

**Shevchuk Victoriia** – postgraduate student of the Department of Cultivation, Soil Science and Agrochemistry of the Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, Soniachna St. 3, e-mail: Vvictoriya07@gmail.com).