

УДК 635.652:631.82:631.5

## ЕФЕКТИВНІСТЬ СИМБІОТИЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ РОСЛИН КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ ЗА ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ

Н. М. Доктор

e-mail: natalija.doktor@gmail.com

Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України «Мукачівський аграрний коледж», вул. Матросова, 32, м. Мукачево, Закарпатська обл., 89600, Україна

*Симбіотична діяльність рослин квасолі з присутніми у ґрунті ризобіями часто обмежена невисокою азотфіксувальною активністю бактерій, тому обов'язковим заходом у технології вирощування культури повинна бути інокуляція насіння. Дослідження передбачали встановлення впливу мінерального та біологічного азоту на ефективність симбіотичної діяльності сортів квасолі Мавка, Перлина, Надія в умовах Закарпаття України. Польові дослідження проводили на дерново-підзолистих важкосуглинкових ґрунтах колекційно-демонстративного поля ВП НУБіП України «Мукачівський аграрний коледж» у Закарпатській області. Встановлено, що без проведення інокуляції насіння на коренях квасолі звичайної не утворюються бульбочки і нітрогеназна активність не відбувається, що свідчить про відсутність спонтанної інокуляції квасолі аборигенними штамами. Передпосівна інокуляція насіння Ризобофітом сприяє появі бульбочок, більший їх кількості, масі та активності нітрогеназної системи і межах 43,17–86,19 нМоль етилену/рослину/год. Найбільша в досліді кількість бульбочок на коренях квасолі формується у сортів Мавка та Перлина за інокуляції насіння до сівби Ризобофітом та внесення мінеральних добрив в нормі  $N_{90}P_{60}K_{30}$ . Збільшення внесення азотних добрив до 120 кг/га д.р. пригнічує діяльність бульбочкових бактерій, у результаті чого нітрогеназна активність значно знижується і рослини квасолі переходять на мінеральну форму живлення. Отримані результати досліджень дозволять розробити пропозиції виробництву із вдосконалення технології вирощування квасолі в умовах Закарпаття України.*

**Ключові слова:** квасоля звичайна, сорт, інокуляція насіння, мінеральні добрива, бульбочки, нітрогеназна активність.

### Постановка проблеми

Значення квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris* L.) полягає, передусім, у її харчовій цінності, а саме в гармонійному поєднанні високоякісного білку з цукром, крохмалем, вітамінами, мінералами і незамінними амінокислотами. Квасоля багата на вітаміни А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, С, РР, каротин і велику кількість вітаміну Е – природного антиоксиданту.

Такий комплекс вітамінів позитивно позначається не лише загалом на стані організму, але й на шкірі, нігтях і волоссі. Квасоля містить у середньому 24 % білка, який за амінокислотним складом близький до білків тваринного походження. Тому її часто називають «рослинним м'ясом». До того ж, квасоля вважається цілющим продуктом харчування та може зберігатися, не втрачаючи поживних якостей декілька років. Стулки бобів використовують у фармації для виготовлення ліків. Зернові відходи квасолі після термічної обробки використовують у годівлі тварин. Солому та полову добре поїдають вівці та кози. Квасоля має широкі можливості застосування,

проте в Україні її вирощуванню не приділяють належної уваги. До основних причин цього належить досить низька врожайність культури у виробничих умовах, що є наслідком недосконалості окремих елементів технології вирощування [5, 7].

### Аналіз останніх досліджень та публікацій

Проблема біологічної фіксації атмосферного азоту – одна з найважливіших в області сільськогосподарської біології. Перспективи її рішення тісно пов'язані з такими глобальними питаннями, які стоять перед людством, як повноцінне харчування, екологічна та енергетична кризи. Джерелом екологічно чистого та економічно вигідного білка є білок бобових рослин, які в симбіозі з бульбочковими бактеріями (ризобіями) активно фіксують і накопичують азот в ґрунті. Ризобії, будучи найбільш активними азотфіксаторами серед діазотрофів, вступають у складні метаболічні взаємозв'язки з макросимбіотом-рослиною [3, 12].

Продукція, отримана за участю симбіотичні фіксованого азоту, вирізняється високими

харчовими і кормовими якість і є абсолютно нешкідливою для людини і тварин [11]. Використання в рослинництві такого агротехнічного прийому, як передпосівна обробка насіння біопрепаратами (інокуляція) з метою підвищення врожайності бобових культур може розглядатися у зв'язку з активністю процесів азотфіксації. Ефективність даного прийому може бути пов'язана з тим, що бульбочкові бактерії продукують рістстимулюючі з'єднання. Функції біологічно активних речовин як гормонів координаторів забезпечують рослинам ростову і метаболічну регуляцію, а за правильної агротехніки – високу ефективність бобово-ризобіального симбіозу [2, 6].

Для квасолі звичайної більшою мірою, ніж для інших зернобобових культур, характерне досить незначне бульбочкоутворення за рахунок спонтанного аборигенного інокулювання. Азотфіксувальний потенціал симбіозу квасолі з присутніми у ґрунті ризобіями часто обмежений невисокою азотфіксувальною активністю бактерій [8–10]. У зв'язку з цим обов'язковим заходом у технології вирощування квасолі повинна бути передпосівна обробка насіння біопрепаратами на основі селекціонованих штамів специфічних ризобій, яка підвищує продуктивність рослин квасолі.

#### Мета, завдання та методика досліджень

Мета досліджень – встановити вплив мінерального та біологічного азоту на ефективність симбіотичної діяльності рослин квасолі сортів Мавка, Перлина, Надія в умовах Закарпаття України.

Дослід заклали на колекційно-демонстративному полі у ВП НУБіП України «Мукачівський аграрний коледж» у Закарпатській області. Ґрунти ділянки – дерново-підзолисті важкосуглинкові на сучасному алювії з вмістом гумусу в орному (0–20 см) шарі ґрунту – 1,9 %, рН сольовим 5,54–5,86, низькою забезпеченістю азотом, високою – калієм та фосфором. Мінеральні добрива вносили у вигляді аміачної селітри (34,4 % N), фосфоритного борошна (30 % P), калімагнезії (26–28 % K, 11–18 % Mg); додатково проводили вапнування ґрунтів з розрахунку 3 т/га. Інокулювання насіння квасолі проводили в день сівби Ризобіофітом (марка Р), який містить в складі симбіотичні азотфіксувальні бактерії роду

*Rhizobium phaseoli* від Інституту агроєкології і природокористування НААН.

Загальна площа елементарної ділянки – 84 м<sup>2</sup>, облікової – 52 м<sup>2</sup>, повторність досліду – чотириразова. Розміщення – систематичне [4]. Попередник – пшениця озима. Сіяли овочевою сівалкою СОН–4,2, ширина міжрядь 45 см, глибина заробки насіння 6–7 см. Норма висіву 500 тис. штук схожого насіння на гектар. Кількість і масу кореневих бульбочок визначали у період їх максимального формування (фазу цвітіння рослин) у вибірках по 10 рослин з кожного повторення досліду. Нітрогеназну активність встановлювали ацетиленовим методом [1].

#### Результати досліджень

Фіксація азоту повітря відбувається в бульбочках, тому найбільш чітку оцінку такого факту можна зробити з огляду на розвиток симбіотичного процесу. Встановлено, що інтенсивний ріст бульбочок квасолі досягає максимуму у фазу цвітіння культури і закінчується до фази утворення бобів. Штучна передпосівна інокуляція насіння квасолі сприяє більш активному формуванню жвавих азотфіксувальних бульбочок, ефективний симбіоз характеризується значною кількістю великих бульбочок рожевого кольору на коренях квасолі. За менш активного симбіозу бульбочки були маленького розміру, білого та жовтуватого кольорів. Накопичення значної маси бульбочок закономірно сприяє підвищенню активного симбіотичного потенціалу.

Спостереження показали, що досліджувані фактори (сорт, інокуляція, мінеральні добрива) суттєво впливали на діяльність у ризосфері рослин квасолі бульбочкових бактерій, зокрема на кількість і масу бульбочок на коренях рослин. За результатами проведених досліджень (табл. 1), можна зробити висновок, що в середньому за три роки на варіантах з удобренням, де не проводили передпосівну інокуляцію насіння на коренях досліджуваних сортів квасолі звичайної Мавка, Перлина та Надія, не утворювалися бульбочки і нітрогеназна активність не відбувалася, що свідчить про відсутність спонтанної інокуляції квасолі аборигенними штамми.

Таблиця 1. Симбіотична діяльність посівів квасолі звичайної у фазу цвітіння (середнє за 2016–2017 рр.)

Варіант дослідю	Кількість бульбочок, шт./рослину		Біомаса бульбочок, мг/рослину		Нітрогеназна активність, нМоль етилену/роsl./год.	
	Застосування передпосівної інокуляції					
	+	–	+	–	+	–
Мавка						
Без добрив (контроль)	0	1,4	0	12	0	0
N <sub>30</sub> P <sub>20</sub> K <sub>10</sub>	0	12,7	0	224	0	52,48
N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>20</sub>	0	16,0	0	331	0	74,55
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>30</sub>	0	17,2	0	373	0	86,19
N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>40</sub>	0	8,0	0	47	0	23,18
Перлина						
Без добрив (контроль)	0	1,7	0	13	0	0
N <sub>30</sub> P <sub>20</sub> K <sub>10</sub>	0	15,1	0	269	0	59,32
N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>20</sub>	0	19,0	0	359	0	74,81
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>30</sub>	0	20,4	0	368	0	84,46
N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>40</sub>	0	9,5	0	54	0	31,15
Надія						
Без добрив (контроль)	0	0,7	0	8	0	0
N <sub>30</sub> P <sub>20</sub> K <sub>10</sub>	0	9,4	0	121	0	43,17
N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>20</sub>	0	11,7	0	182	0	53,74
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>30</sub>	0	12,7	0	159	0	50,32
N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>40</sub>	0	5,9	0	32	0	7,56
НІР <sub>0,5</sub>	2,18		28		8,14	

Залежно від сорту більшу кількість бульбочок на одній рослині (до 17–20 шт. залежно від варіанту дослідю) у фазі цвітіння рослин квасолі формували сорти Мавка та Перлина. Найбільша кількість (20,4 бульбочок) на одній рослині квасолі зареєстрована у сорту Перлина на тих ділянках, де перед сівбою проводили інокуляцію Ризобіотом та вносили мінеральні добрива в нормі N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>30</sub>, серед них 18 бульбочок були активними, рожевого кольору, маса бульбочок становила 368 мг/рослину, нітрогеназна активність досягала значення 84,46 нМоль етилену/роsl./год. На цьому варіанті дослідю (N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>30</sub> + інокуляція) основні показники симбіотичної діяльності сорту Мавка теж сягнули найвищої відмітки, порівняно з іншими варіантами: кількість бульбочок – 17,2 шт./рослину, біомаса бульбочок – 373 мг/рослину та нітрогеназна активність склала 86,19 нМоль етилену/роsl./год.

У сорту Надія показники симбіотичної діяльності були найнижчими порівняно з двома

іншими сортами. Так, за тих же норм добрив та при застосуванні інокуляції насіння кількість бульбочок становила 12,7 шт./рослину, біомаса бульбочок – 159 мг/рослину та нітрогеназна активність, відповідно, 50,32 нМоль етилену/роsl./год.

Варто відмітити, що подальше збільшення добрив до N<sub>120</sub>P<sub>80</sub>K<sub>40</sub> призвело до пригнічення азотфіксацію, де бульбочки утворювалися у невеликій кількості (5,9–9,5 шт./рослину) і нітрогеназна активність знижувалася до 7,56–31,15 нМоль етилену/роsl./год залежно від сорту.

#### Висновки та перспективи подальших досліджень

Дослідження симбіотичної діяльності рослин квасолі на дерново-підзолистих важко-суглинкових ґрунтах Закарпаття України показало, що передпосівна інокуляція насіння Ризобіотом, який містить в складі симбіотичні азотфіксувальні бактерії роду *Rhizobium phaseoli*,

сприяє появі бульбочок, більшій їх кількості, масі та активності нітрогеназної системи, показники якої на ділянках з інокуляцією насіння кvasолі становили 43,17–86,19 нМоль етилену/рослину/год. Збільшення внесення азотних добрив до 120 кг/га д. р. пригнічує діяльність бульбочкових бактерій, у результаті чого нітрогеназна активність значно знижується і рослини кvasолі переходять на мінеральну форму живлення.

Подальші дослідження будуть зосереджені на з'ясуванні впливу мінерального та біологічного азоту на формування продуктивності кvasолі звичайної та розробці пропозицій виробництву із вдосконалення технології вирощування кvasолі в умовах Закарпаття України.

### References

1. Alysova, S. M. & Chunderova, A. Y. (1982). Metodicheskiye ukazaniya po upolzovaniyu atsetylenovogo metoda pry selektsyy bobovykh kultur na povysheniye symbyoticheskoi azotfyksatsyy [Methodical instructions on the use of the acetylene method in the selection of legumes for increasing symbiotic nitrogen fixation]. Leningrad [in Russian].

2. Patyka, V. P., Kots, S. Ya. & Volkohon, V. V. (2003). Biologichnyi azot [Biological nitrogen]. Kyiv: Svit [in Ukrainian].

3. Volobueva, O. H. (2015). Vliyaniye byopreparatov y rehulatorov rosta na bobovoryzobnyy symbyoz rastenyi fasoly [Influence of biological preparations and growth regulators on the legume-rhizobial symbiosis of bean plants]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*, 1–2, 85–91 [in Russian].

4. Dospikhov, B. A. (1985). Metodika polevogo opyta [Methodology of field experience]. Moskva: Ahropromyzzdat [in Russian].

5. Ovcharuk, O. & Ivaniuk, S. (2015). Kvasolia – tsinne dzherelo roslynnoho bilka, zumovlene sortovymy osoblyvostiamy [Beans – a valuable source of vegetable protein, due to varietal characteristics]. *Prodovolcha industriia APK*, 1/2, 38–40 [in Ukrainian].

6. Patyka, V. P., Potashova, L. M. & Tolkachov, M. Z. (2001). Seleksiia bulbochkovykh bakterii kvasoli [Selection of tuberous bean bacteria]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 1, 54–57 [in Ukrainian].

7. Rozhkovan, V. (2014). Skromnoe oboianye fasoly [Modest charm of the bean]. *Zerno*, 4, 94–100 [in Russian].

8. Chunderova, A. Y. (1975). Vliyaniye effektivnykh shtammov klubenkovykh bakteriy na urozhay i sodержaniye proteina v zerne fasoli [Effect of effective strains of nodule bacteria on the yield and protein content in bean grain]. *Selektsiya, semenovodstvo i priyemy vozdeleyvaniya fasoli* (pp. 192–195). Orel [in Russian].

9. Shkatula, Yu. M. & Kraievska, L. S. (2015). Efektivnist symbiotichnoi azotfyksatsii v ahrotsenozakh kvasoli [The effectiveness of symbiotic nitrogen fixation in agrocentoses of beans] *Visnyk Dnipropetrovskoho ahrarno-ekonomichnoho universytetu*, 4 (38), 73–76 [in Ukrainian].

10. Shliakhturov, D. S. (2009). Osoblyvosti formuvannya produktyvnosti kvasoli zalezho vid tekhnolohii vyroshchuvannya v umovakh pivnichnoho stepu [Features of the formation of bean productivity depending on the technology of cultivation in the conditions of the northern steppe] (Avtoreferat dysertatsii kandydata ekonomichnykh nauk). NNTs "Instytut zemlerobstva NAAN", Kyiv [in Ukrainian].

11. Shott, P. R. (2007). Fyksatsiya atmosfernoho azota v odnoletnykh ahrotsenozakh [Fixation of atmospheric nitrogen in annual agrocentoses]. Barnaul: Azbuka [in Russian].

12. Iakovleva, V. M. (1975). Bakteroidy klubenkovykh bakteriy [Bacteroides of nodule bacteria]. Novosybyrsk: Nauka [in Russian].

### EFFICIENCY OF SYMBIOTIC ACTIVITY OF COMMON BEANS PLANTS WITH INTRODUCTION OF MINERAL FERTILIZERS AND SEED INOCULATION

N. Doctor

*e-mail: natalija.doktor@gmail.com*

Separated subdivision of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine «Mukachevo Agrarian College»

32, Matrosova Str., Mukachevo, Transcarpathian reg., 89600, Ukraine

*Symbiotic activity of bean plants with present in the soil rhizobia is often limited by the low nitrogen-fixing activity of bacteria, so seeds inoculation should be an obligatory measure in cultivation technology. Studies provided determining the influence of mineral and biological nitrogen on*

effectiveness of symbiotic activity of beans varieties Mavka, Zhemchuzhyna, Nadiya in conditions of Transcarpathia of Ukraine. Field experiments were carried out on soddy-podzolic heavy loamy soils of the collectively demonstrative field of PE NULES of Ukraine «Mukachevo Agrarian College» in the Transcarpathian region. It has been established that without seeds inoculation on the roots of common beans no nodules were formed and nitrogenase activity does not occur, what indicates the absence of spontaneous inoculation of beans with aboriginal strains. Presowing inoculation of seeds by Rizobophyte is accompanied by appearance of nodules, higher they quantity, mass and activity of nitrogenase system in range 43,17–86,19 nmol ethylene/plant/hour. The biggest in the experiment number of nodules on the beans roots is forming in varieties Mavka and Pearlyna with seeds inoculating before sowing by Rizobophyte and mineral fertilizers applying in the dose  $N_{90}P_{60}K_{30}$ . Increase of application nitrogen fertilizers up to 120 kg/ha suppresses activity of nodule bacteria, as result of which nitrogenase activity is significantly reducing and bean plants pass to the mineral form of nutrition. Received results of researches will allow developing proposals for production of perfection beans cultivation technology in conditions of Transcarpathia of Ukraine.

**Keywords:** common beans, variety, seed inoculation, mineral fertilizers, nodules, nitrogenase activity.

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИМБИОТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РАСТЕНИЙ ФАСОЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ ПРИ ВНЕСЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН

**Н. М. Доктор**

*e-mail:* natalija.doktor@gmail.com

Обособленное подразделение  
Национального университета биоресурсов  
и природопользования Украины  
«Мукачевский аграрный колледж»,  
ул. Матросова, 32, г. Мукачево,  
Закарпатская обл., 89600, Украина

Симбиотическая деятельность растений фасоли с присутствующими в почве ризобиями зачастую ограничивается низкой азотфиксирующей активностью бактерий, поэтому обязательным мероприятием в технологии выращивания культуры должна быть инокуляция семян. Исследования предусматривали установление влияния минерального и биологического азота на эффективность симбиотической деятельности сортов фасоли Мавка, Перлина, Надия в условиях Закарпатья Украины. Полевые опыты проводили на дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почвах коллекционно-демонстрационного поля ОП НУБиП Украины «Мукачевский аграрный колледж» в Закарпатской области. Установлено, что без проведения инокуляции семян на корнях фасоли обыкновенной не образуются клубеньки и нитрогеназная активность не происходит, что свидетельствует об отсутствии спонтанной инокуляции фасоли аборигенными штаммами. Предпосевная инокуляция семян Ризобифитом способствует появлению клубеньков, большому их количеству, массе и активности нитрогеназной системы в пределах 43,17–86,19 нМоль этилена/растение/час. Наибольшее в опыте количество клубеньков на корнях фасоли формируется у сортов Мавка и Перлина при инокуляции до посева семян Ризобифитом и внесении минеральных удобрений в норме  $N_{90}P_{60}K_{30}$ . Увеличение внесения азотных удобрений до 120 кг/га д. в. подавляет деятельность клубеньковых бактерий, в результате чего нитрогеназная активность значительно снижается и растения фасоли переходят на минеральную форму питания. Полученные результаты исследований позволят разработать предложения производству по усовершенствованию технологии выращивания фасоли в условиях Закарпатья Украины.

**Ключевые слова:** фасоль обыкновенная, сорт, инокуляция семян, минеральные удобрения, клубеньки, нитрогеназная активность.