

В. О. Савченко

Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН

СИМБІОТИЧНА ТА ЗЕРНОВА ПРОДУКТИВНІСТЬ БОБІВ КОРМОВИХ ЗАЛЕЖНО ВІД СПОСОБУ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ ТА СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО

Вивчено вплив способу передпосівної обробки насіння та системи удобрення на формування симбіотичної та зернової продуктивності бобів кормових. У середньому за 2010 – 2012 рр. одержано урожайність зерна бобів кормових сорту Візир на рівні 3,96 т/га за інокуляції насіння штамом бульбочкових бактерій Б-9 та обробки його комплексним добривом на хелатній основі Рексолін АВС (150 г/т) і системи удобрення, яка включала позакореневі підживлення у фази бутонізації та утворення зелених бобів Рексоліном АВС (150 г/га) на фоні основного внесення мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{60}K_{90}$. Встановлено, що між урожайністю зерна та кількістю біологічно фіксованого азоту існує сильний позитивний зв'язок. Коефіцієнт кореляції рівний $r = 0,815$.

Ключові слова: боби кормові, симбіотична продуктивність, урожайність.

Глобальні загострення економічних, енергетичних та екологічних проблем у сільському господарстві, неможливість його подальшої хіміко-технічної інтенсифікації призвели до розробки концепції сталого землеробства – цілісної системи, яка забезпечує високу ефективність використання і економію природних ресурсів при збереженні навколишнього середовища. Оскільки головним елементом, що лімітує ріст більшості культурних рослин, є азот, його широке застосування у рослинництві гальмують доволі високі енергетичні затрати на їх виробництво, що в умовах нинішньої світової фінансової кризи спонукає дослідників до пошуку альтернативних шляхів забезпечення сільськогосподарських культур необхідними сполуками цього елемента. Саме таким шляхом є його біологічна (симбіотична) фіксація з повітря мікроорганізмами, здатними зв'язувати молекулярний азот атмосфери й перетворювати його на сполуки, придатні для засвоєння рослинами [1, 2].

Тому, метою наших досліджень було вивчення впливу композицій для передпосівної обробки насіння та системи удобрення, яка включала внесення мінеральних добрив в основне удобрення та позакореневі піджи-

влення водорозчинними комплексними добривами на особливості формування та функціонування симбіотичного апарату рослинами бобів кормових та урожайності їх зерна в умовах Лісостепу правобережного.

Методика досліджень. Дослідження проводились упродовж 2010 – 2012 рр. на сірих лісових середньосуглинкових ґрунтах на лесі. Для наукового обґрунтування поставленої мети, в програму досліджень ми включили вивчення дії: штаму бульбочкових бактерій *Rhizobium leguminosarum* *bv. viceae* Б-9, водорозчинних комплексних добрив Рексолін АВС мінеральний та Вермісол органічний, які використовували для передпосівної обробки та позакореневих підживлень у нормах відповідно 150 г/т та 10 л/т і 150 г/га та 6 л/га. В основне удобрення вносили мінеральні добрива в нормі $N_{30}P_{60}K_{90}$. Позакореневі підживлення проводили у фази бутонізації та утворення зелених бобів. У досліді висівали сорт бобів кормових Візир селекції Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН.

При проведенні досліджень керувались «Основами наукових досліджень в агрономії» [3]. Біологічну фіксацію азоту визначали за методикою Г. С. Посыпанова [4].

Результати досліджень. Ріст, розвиток та формування продуктивності бобів кормових залежить від величини та тривалості функціонування симбіотичного апарату. Адже, за рахунок симбіотичної фіксації азоту, боби кормові здатні забезпечувати 55 – 75 % своєї потреби в цьому елементі, що сприяє зниженню виробничих витрат та собівартості продукції [5]. Тому вивчення впливу інокуляції та поєднання її з макро- та мікроелементами для обробки насіння і системи удобрення на формування, ріст і розвиток кореневих бульбочок було важливим і обов'язковим елементом наших досліджень.

За результатами наших досліджень (2010 – 2012 рр.) виявлено, що інокуляція насіння бобів кормових подовжує період біологічної фіксації азоту на 11 діб, а додаткова обробка насіння комплексними добривами Рексоліном АВС (150 г/т) та Вермісолом (10 л/т), відповідно на 18 – 16 діб.

Також на тривалість активного симбіозу впливають позакореневі підживлення. Так, проведення позакореневих підживлень Рексоліном АВС та Вермісолом у фази бутонізації та утворення зелених бобів на фоні $N_{30}P_{60}K_{90}$ подовжувало тривалість активного симбіозу на 3 – 23 доби, порівняно з мінімальною його тривалістю 56 діб, зафіксованою на контрольному варіанті без підживлень та передпосівної обробки обробки насіння.

Найбільша тривалість активного симбіозу бульбочкових бактерій 79 діб відмічена на варіантах досліду, де проводили передпосівну обробку насіння інокулянтном з Рексоліном АВС (150 г/т) та застосовували два позакореневих підживлення у фази бутонізації та утворення зелених бобів цим же добривом у нормі 150 г/га, що більше на 23 доби порівняно з контролем.

Ефективність бобово-ризобіального симбіозу залежить від величини і активності симбіотичного апарату. Частіше за все в якості цих показників використовують кількість та масу бульбочок на одній рослині. Визначення загальної кількості та маси бульбочок дає змогу оцінити потенційні можливості симбіотичної фіксації азоту рослин бобів кормових. Проте, не всі кореневі бульбочки здатні до азотфіксації, а лише ті, які містять червоний пігмент леггемоглобін. Тому, для того, щоб об'єктивно оцінити дольову участь симбіотично фіксованого азоту у формуванні урожаю кормових бобів необхідно визначити кількість та масу активних бульбочок.

Результати наших досліджень свідчать, що кількість активних бульбочок складала 50 – 80 % від їх загальної кількості, тому виникає необхідність подальшого пошуку шляхів, які б дали можливість на 100 % використати потенційні можливості симбіотичного апарату бобів кормових. Проте, на ефективність симбіотичної азотфіксувальної системи впливають температурний режим, аерація, рівень рН та вологість ґрунту, вміст зв'язних форм азоту і інших макро- та мікроелементів.

Відмічено, що застосування передпосівної обробки насіння та позакорневих підживлень бобів кормових на фоні внесення основного удобрення впливало на формування кількості та маси активних бульбочок. Інтенсивне наростання активних бульбочок проходило до фази утворення зелених бобів і максимальна їх кількість складала 71 – 68 шт./рослину, на варіантах де проводили два позакорневих підживлення Рексоліном АВС (150 г/га) та Вермісолом (6 л/га) у фази бутонізації та утворення зелених бобів у поєднанні з передпосівною обробкою цими ж добривами, що більше на 31 – 28 шт./рослину порівняно з контрольним варіантом.

Одним із показників активної фіксації повітря бобовими культурами є маса активних бульбочок і тривалість їх функціонування, що обумовлюється активним симбіотичним потенціалом (АСП) [6].

Максимальні показники маси активних бульбочок 430,5 – 384,5 мг/рослину відмічені у фазі утворення зелених бобів на ділянках, де проводили передпосівну обробку насіння інокулянтном з Рексоліном АВС та інокулянтном з Вермісолом та проводили позакореневі підживлення у фази бутонізації та утворення зелених бобів цими ж добривами, що більше на 126,0 – 80,0 мг/рослину порівняно з контролем та становило 75,2 – 79,5 % від загальної маси бульбочок.

Встановлено, що рівень продуктивності активного симбіотичного потенціалу бобів кормових з одиниці площі за періодами вегетації зростає до утворення зелених бобів, після чого він зменшується, що обумовлено відтоком пластичних речовин листків до репродуктивних органів та гіршим забезпеченням коренів вуглеводами, які необхідні для підтримання життєдіяльності та азотфіксувальної здатності бульбочкових бактерій.

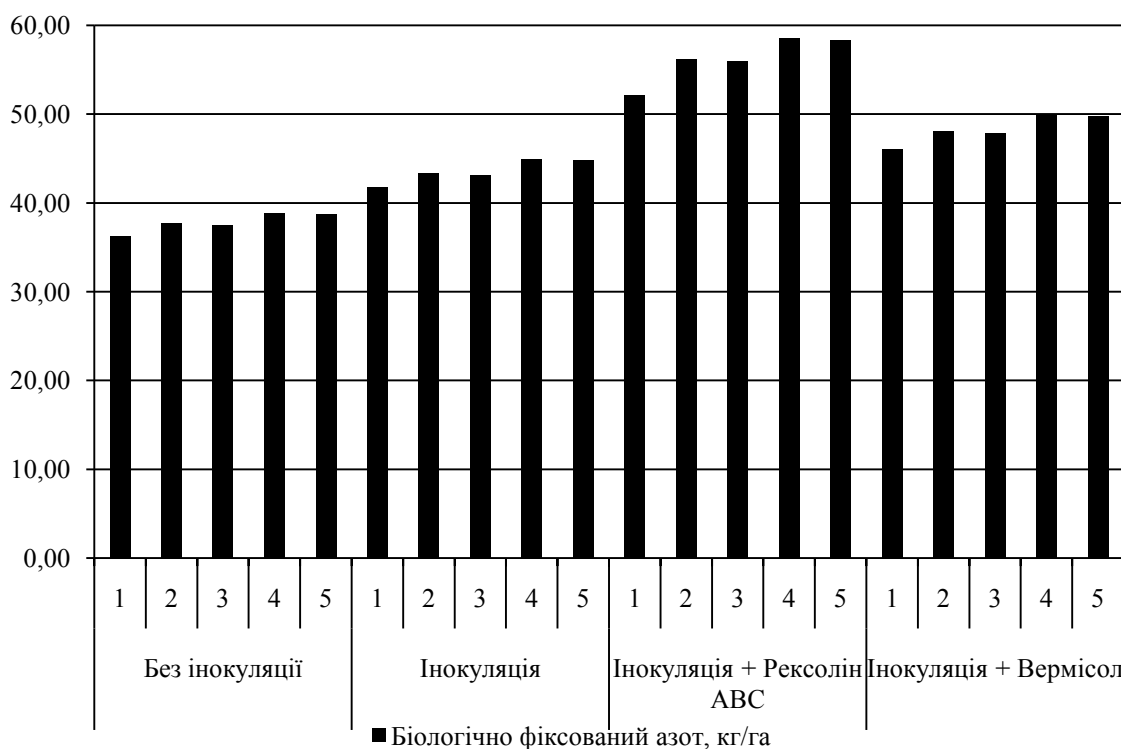
Максимальну величину активного симбіотичного апарату (1,759 – 3,007 тис. кг. днів/га) відмічено у період повне цвітіння – утворення зелених бобів. Так, у середньому за 2010 – 2012 рр. максимальний показник АСП – 3,007 тис. кг. днів/га та за весь період тривалості активного симбіозу 10,220 тис. кг. днів/га відмічений на ділянках, де проводили дворазове підживлення Рексоліном АВС (150 г/га) у фазі бутонізації та утворення зелених бобів на фоні мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{90}$ та обробці насіння перед сівбою інокулянтном (штам бульбочкових бактерій Б-9) та Рексоліном АВС (150 г/т), що відповідно більше на 1,248 та 3,890 тис. кг. днів/га порівняно з контрольним варіантом без передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень.

Так, у середньому за роки досліджень (2010 – 2012 рр.) максимальну кількість біологічно фіксованого азоту 58,50 – 49,80 кг/га відмічено на варіантах досліду, де для передпосівної обробки насіння використовували штам бульбочкових бактерій Б-9 та комплексні добрива Рексоліном АВС (150 г/т) та Вермісол (10 л/га) та проводили два позакореневих підживлення у фазі бутонізації та утворення зелених бобів цими ж добривами на фоні внесення $N_{30}P_{60}K_{90}$, що відповідно більше на 22,14 – 13,54 кг/га, порівняно з контролем (рис. 1).

Попередні дослідження Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН та дослідження Вінницького національного аграрного університету з бобами кормовими показують, що біологічна фіксація азоту становила відповідно 118 та 125 кг/га за рівня рН ґрунту дослідної ділянки 5,1 та 5,5 [7, 8]. Слід відмітити, що рівень рН ґрунту дослідної ділянки, де проводились наші дослідження коливався від 4,7 до 5,5. Тому можна стверджувати, що кислотність ґрунту є лімітуючим чинником у формуванні та функціонуванні симбіотичного апарату бобів кормових.

Свідченням високої ефективності застосування для передпосівної обробки насіння інокулянта, комплексних добрив та проведення позакореневих підживлень є не лише збільшення показника біологічно фіксованого азоту, але й рівня урожайності зерна бобів кормових сорту Візир.

Проведені дослідження показують, що на варіантах, де відмічено максимальний рівень біологічно фіксованого азоту спостерігається і максимальна урожайність зерна бобів кормових. Так, максимальну урожайність зерна (3,96 т/га) сформовано при внесенні мінеральних добрив в нормі $N_{30}P_{60}K_{90}$ у поєднанні з дворазовим позакореневим підживленням Рексоліном АВС (150 г/га) у фазі бутонізації та утворення зелених бобів та при обробці насіння перед сівбою штамом Б-9 та Рексоліном АВС (150 г/т), що відповідно більше на 1,31 т/га порівняно з контрольним варіантом (табл. 1).



Примітка: 1 – без підживлення; 2 – підживлення у фазі бутонізації Рексоліном ABC; 3 – підживлення у фазі бутонізації Вермісолом; 4 – поєднання підживлень у фазі бутонізації та утворення зелених бобів Рексоліном ABC; 5 – поєднання підживлень у фазі бутонізації та утворення зелених бобів Вермісолом;

Рис. 1. Кількість біологічно фіксованого азоту залежно від способу передпосівної обробки насіння та позакорневих підживлень (у середньому за 2010 – 2012 рр.), кг/га

Позитивно впливали на урожайність позакореневі підживлення за рахунок комплексних добрив Рексоліна (150 г/га) та Вермісола (6 л/га) у фазах бутонізації та утворення зелених бобів. Приріст до контролю (без позакореневого підживлення), відповідно становив 0,63 т/га або 21,1 % та 0,42 т/га або 14,0 %. Одноразове проведення позакореневого підживлення Рексоліном ABC та Вермісолом у фазі бутонізації, забезпечило дещо меншу прибавку урожайності зерна бобів кормових, яка становила 11,6 – 6,7 %.

Спосіб передпосівної обробки насіння забезпечив прирости урожаю зерна на рівні: інокуляція – 0,28 т/га, інокуляція + Рексолін ABC – 0,62 т/га, інокуляція + Вермісол – 0,58 т/га.

Між рівнем урожаю та кількістю біологічно фіксованого азоту спостерігається сильний позитивний зв'язок. Коефіцієнт кореляції становив $r = 0,815$. Ця залежність описується рівнянням лінійної регресії:

$$y = 0,039x + 1,5017$$

де у – урожайність, т/га; х – кількість біологічно фіксованого азоту, кг/га. Коефіцієнт детермінації складає $R^2 = 0,664$.

1. Урожайність зерна бобів кормових залежно від способу передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень, т/га (у середньому за 2010 – 2012 рр.)

Спосіб передпосівної обробки	Позакореневі підживлення	Урожайність, т/га
Без інокуляції	1	2,65
	2	2,93
	3	2,85
	4	3,24
	5	3,05
Інокуляція	1	2,94
	2	3,23
	3	3,13
	4	3,49
	5	3,34
Інокуляція + Рексолін АВС	1	3,23
	2	3,66
	3	3,37
	4	3,96
	5	3,59
Інокуляція + Вермісол	1	3,16
	2	3,55
	3	3,43
	4	3,82
	5	3,67

Варіанти досліджу: 1 – без підживлення; 2 – підживлення у фазі бутонізації Рексоліном АВС; 3 – підживлення у фазі бутонізації Вермісолом; 4 – поєднання підживлень у фазі бутонізації та утворення зелених бобів Рексоліном АВС; 5 – поєднання підживлень у фазі бутонізації та утворення зелених бобів Вермісолом.

Примітка: А – спосіб передпосівної обробки насіння; В – позакореневі підживлення.

НІР_{0,95} т/га (у середньому за 2010 – 2012 рр.) А – 0,018; В – 0,021; АВ – 0,041

Висновок. Таким чином, в умовах правобережного Лісостепу України на сірих лісових середньо суглинкових ґрунтах інтенсивність фіксації біологічного азоту атмосфери можна регулювати агротехнічними прийомами, зокрема способом передпосівної обробки насіння та системою удобрення, яка включала основне внесення добрив та позакореневі підживлення. Відмічено, що рівень урожайності зерна бобів кормових знаходиться в прямій залежності від кількості біологічно фіксованого азоту. На варіантах, де відмічено максимальне нагромадження біологічно фіксованого азоту 58,50 кг/га, відмічено і найвищий рівень урожаю зерна бобів кормових 3,96 т/га.

Бібліографічний список

1. *Патыка В. Ф.* Основные направления оптимизации симбиотической азотфиксации в современной земледелии Украины / В. Ф. Патыка, Н. З. Толкачев, О. Ю. Бутвина // Физиология и биохимия культурных растений. – 2005. – Т. 37. – № 5. – С. 384 – 393.
2. *Коць С. Я.* Сучасний стан досліджень біологічної фіксації азоту / С. Я. Коць // Физиология и биохимия культурных растений. – 2011. – Т. 43. – № 3. – С. 212 – 225.
3. *Мойсейченко В. Ф.* Основи наукових досліджень в агрономії / В. Ф. Мойсейченко, В. О. Єщенко. – К.: Вища школа, 1994. – С. 179 – 182.
4. *Посыпанов Г. С.* Методические аспекты изучения симбиотического аппарата бобовых культур в полевых условиях / Г. С. Посыпанов // Известия ТСХА. – 1983. – Вып. 5. – С. 17 – 26.
5. *Бабич А. О.* Проблема фотосинтезу і біологічної фіксації азоту бобовими культурами / А. О. Бабич, В. Ф. Петриченко, Ф. Ф. Адамень // Вісник аграрної науки. – 1996. – № 2. – С. 34 – 39.
6. *Kokubun M.* Diurnal change of photosynthesis and its relation to yield in soybean cultivars / M. Kokubun, S. Shimada // Japan J. Crop. Sc., 1994. – Vol. 63. – № 2. – P. 305 – 312
7. *Кобак С. Я.* Формування продуктивності бобів кормових залежно від способу сівби, густоти рослин та доз азотних добрив в умовах правобережного Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09 «Рослинництво» / С. Я. Кобак. – Вінниця, 2006. – 19 с.
8. *Материнський П. В.* Формування продуктивності кормових бобів залежно від впливу інокуляції, доз мінеральних добрив та позакоренових підживлень в умовах Центрального Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09 «Рослинництво» / П. В. Материнський – Вінниця, 2004. – 19 с.

Савченко В. А. Симбиотическая и зерновая производительность бобов кормовых в зависимости от способа предпосевной обработки семян и системы удобрения в условиях Лесостепи правобережной // Корми і кормовиробництво. – 2013. – Вип. 77. – С. 174 – 180.

Изучено влияние способа предпосевной обработки семян и системы удобрения на формирование симбиотической и зерновой продуктивности бобов кормовых. В среднем за 2010 – 2012 гг. получено урожайность зерна бобов кормовых сорта Визир на уровне 3,96 т/га при инокуляции семян штаммом клубеньковых бактерий Б-9 и обработки его комплексным удобрением на хелатной основе Рексолин АВС (150 г/т) и системы удобрения, которая включала внекорневые подкормки в фазы бутонизации и образования зеленых бобов Рексолин АВС (150 г/га) на фоне основного внесения минеральных удобрений в норме $N_{30}P_{60}K_{90}$. Установлено, что между урожайностью зерна и количеством биологически фиксированного азота существует сильная положительная связь. Коэффициент корреляции равен $r = 0,815$.

Savchenko V. A. Symbiotic and grain productivity of faba bean depending on the method of pre-sowing seed treatment and fertilization system in conditions of the right bank Forest-Steppe // Feeds and Feed Production. – 2013. – Issue 77. – P. 174 – 180.

The influence of the method of pre-sowing seed treatment and fertilization system on the formation of symbiotic and grain productivity of faba bean is studied. On average in 2010-2012 there was obtained grain yield of faba bean variety Vizir at the level of 3.96 t/ha under seed inoculation with nodule bacteria strain B-9 and its treatment with complex chelate-based fertilizer Rexolin ABC (150 g/t) and fertilization system, which included foliar nutrition in the budding phase and formation of green beans Rexolin ABC (150 g/ha) on the background of application of the basic mineral fertilizers at the rate of $N_{30}P_{60}K_{90}$. It is established that there is a strong positive relationship between grain yield and the amount of biologically fixed nitrogen. Correlation coefficient is $r = 0,815$.