

УДК 551.5:631.5:635.656:631.521

**БІОЛОГІЗАЦІЯ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОБОБОВИХ  
КУЛЬТУР В УКРАЇНІ, АНАЛІЗ ТА ПЕРСПЕКТИВА**

**Кравченко В.С., Кононенко Л.М., Вишневська Л.В. \*Чинчик  
О.С., \*Оліфорович В.О.**

**Уманський національний університет садівництва**

**\*Подільський державний аграрно-технічний університет**

*Проаналізовано динаміку структури та посівних площ основних зернобобових культур в Україні. Пропонуються високоефективні, екологічно безпечні технологічні прийоми підвищення продуктивності основних зернобобових культур – гороху, сої і квасолі. Встановлено, що з досліджуваних зернобобових культур максимальну симбіотичну азотфіксацію та найвищу прибавку урожаю зерна від бактеризації насіння забезпечили посіви сої.*

***Ключові слова:** зернобобові культури, горох, соя, квасоля, симбіотична азотфіксація, Ризогумін, Ризобофіт, урожайність.*

Зернобобові культури мають велике значення в зерновому і кормовому балансі агроформувань України. Тому важливо розробити нові та удосконалити існуючі технологічні прийоми підвищення продуктивності основних зернобобових культур - гороху, сої та квасолі. Метою дослідження було вивчення впливу екологічно безпечних способів підвищення симбіотичної азотфіксації і зернової продуктивності гороху, сої та квасолі.

Станом на 2017 загальна площа посіву зернобобових культур в Україні вже перевищила показник 1990 року та становить понад 2,3 млн га. Але при цьому сильно змінилася її структура: зросла частка сої і значно зменшилася гороху. Проведені дослідження і розрахунки показали, що основні зернобобові культури (горох, соя і квасоля) накопичували різну кількість біологічно фіксованого азоту. Так, на посівах гороху фіксувалося 40-90 кг / га біологічного азоту. Ще меншу здатність до симбіотичного азотфіксації мали посіви квасолі звичайної, на яких за вегетаційний період накопичувалося 30-70 кг / га біологічного азоту.

**Постановка проблеми.** Нині у світі зернобобовими засівають близько 200 млн га, а їх валовий збір перевищує 390 млн т. До цієї групи відносять і сою, яка за біологічними особливостями є типовою зернобобовою культурою. Саме вона і поширюється найбільш інтенсивно. За період 1961–2014 рр. площа її посіву збільшилась майже в 5 разів, а виробництво насіння – в 11,8 рази. Важливо констатувати, що за цей період урожайність зросла з 1,13 до 2,69 т/га. Друге місце у світі за посівами займає квасоля, яку вирощують на площі близько 30 млн га. Наступні позиції у міру зменшення займають такі культури як нут (13,5 млн га), вігна (11,3 млн га), горох (6,6 млн га). Усі вони показують позитивні тренди як за площею посіву, так і врожайністю [1].

Зернобобові культури і соя мають важливе значення в зерновому та кормовому балансі агроформувань України. З усіх сільськогосподарських культур зернобобові містять найбільше білка. Зерно та зелена маса їх за вмістом протеїну переважає зернові культури більше ніж удвічі, а за амінокислотним складом їх білки значно краще засвоюються, дають найдешевший білок, включають у біологічний колообіг азот повітря, що недоступний для інших культур.

Нині рослинний білок високо цінується в харчовій та комбікормовій промисловості. Інтенсифікація виробництва зерна, в т. ч. кормового та сої, повинна стати одним із стратегічних напрямків прискореного розвитку всього агропромислового виробництва України до 2030 р. Для цього необхідно зосередити увагу на оптимізації структури посівних площ провідних сільськогосподарських культур, розробці та впровадженню наукоємних, інноваційних технологій їх вирощування, які базуватимуться на основі ефективного використання факторів життя (світло, тепло, волога, поживні речовини), що сприятиме максимальному синтезу органічної речовини та білку [2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Нині в світі біологічного азоту на сільськогосподарських землях накопичується 90 млн т. В одних лише США отримують до 6 млн т біологічного азоту в рік [3]. Аналіз змін і доповнень, що відбуваються протягом останніх

років у основних законодавчих і нормативних документах ЄС, спрямованих на підтримку впровадження у аграрному виробництві технологій землеробства, що ґрунтуються на використанні біологічного азоту, дозволяє стверджувати наступне: проблема впровадження безпечних шляхів азотного живлення з інформаційно-заохочуючої площини переведена в нормативно-стимулюючу із зазначенням доцільних границь використання [4].

Із переходом у III тисячоліття Україна, вступила в нову якість розвитку, де визначальними величинами виживання є не розширення індустріальних технологій, інтенсивної хімізації в агропромисловому комплексі, а їх наближення до природних умов функціонування [5].

Важливим фактором одержання високих урожаїв зернобобових культур є оптимізація азотного живлення рослин [6, 7]. Широке застосування мінеральних азотних добрив гальмують доволі високі енергетичні витрати на їх виробництво, що спонукає вчених до пошуку альтернативних шляхів забезпечення сільськогосподарських культур необхідними сполуками цього елемента. Саме таким шляхом є його біологічна фіксація з повітря мікроорганізмами, здатними зв'язувати молекулярний азот атмосфери й перетворювати його на сполуки, придатні для засвоєння рослинами [8].

Застосування мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур сприяє оптимізації живлення та забезпечує їхній захист від патогенної мікрофлори, що дозволяє значною мірою реалізувати потенціал аграрного виробництва. Насамперед, слід особливо підкреслити, що інтродуковані мікроорганізми, прижившись у ризосфері інокульованих рослин, здатні зв'язувати азот з повітря і забезпечувати ним рослину-господаря. У бобових рослин при добре сформованому симбіозі живлення цим елементом майже на 100 % відбувається за рахунок життєдіяльності азотфіксувальних мікроорганізмів [9].

У ґрунтово-кліматичних умовах України бобово-ризобіальні системи здатні щороку фіксувати з атмосфери 40–300 кг азоту на 1 га посіву. Крім того, зернобобові та багаторічні бобові трави є добрими попередниками для всіх сільськогосподарських культур у сівозміні – їх позитивна післядія триває 2–5 років. Чергування культур у сівозміні з бобовими сприяє підтриманню та оновленню видового складу мікроорганізмів у ґрунті, у результаті діяльності яких формується й підтримується родючість [10].

Отже, підбором бобових рослин і бульбочкових бактерій можна суттєво поліпшити продуктивність симбіозу, зменшити антропогенне навантаження екосистеми та отримувати екологічно чисту продукцію [11].

Метою дослідження було вивчення впливу екологічно

безпечних способів підвищення симбіотичної азотфіксації та зернової продуктивності гороху, сої і квасолі.

**Методика досліджень.** Наукові дослідження виконано проведенням польових і лабораторних дослідів. Для визначення симбіотичної продуктивності зернобобових культур використовували показник активного симбіотичного потенціалу за методикою Г. С. Посипанова [12]. Дослідження проводили в Уманському національному університеті садівництва. Ґрунт дослідного поля чорнозем важкосуглинковий середньоопідзолений.

Дослідна ділянка має такі агрохімічні показники (в шарі ґрунту 0–30 см): вміст гумусу – 2,8 %; рН – 6,1; азоту легкогідрольованих сполук – 124 мг/кг ґрунту; рухомих сполук фосфору – 86 мг/кг та калію – 150 мг/кг ґрунту.

Дослідження проводили відповідно до загальноприйнятих сучасних методик у рослинництві [13].

**Результати досліджень.** Зернобобові культури займають значну частку в зерновому кліні України. Однак структура посівних площ зернобобових культур країни постійно змінюється. Так, якщо у 1990 р. в Україні в структурі посівних площ домінував горох з часткою 84,8 % або 1286,0 тис. га, то в 2017 р. основною зернобобовою культурою стала соя з площею посіву 1831,1 тис. га. Горох з площею посіву 410,6 тис. га і часткою 17,6 % у 2017 р. займав друге місце (табл. 1).

Таблиця 1. **Динаміка посівних площ основних зернобобових культур в Україні**

Культура	1990 р.		2000 р.		2010 р.		2017 р.	
	тис. га	%	тис. га	%	тис. га	%	тис. га	%
Горох	1286,0	84,8	147,7	31,4	278,1	19,5	410,6	17,6
Соя	92,9	6,1	60,8	12,9	1037,2	72,8	1831,1	78,5
Квасоля	23,5	1,5	33,2	7,1	22,6	1,6	42,8	1,8
Інші зернобобові	106,6	7,6	222,1	48,6	44,1	6,1	49,3	2,1
Всього	1516,7	100	470,2	100	1424,7	100	2333,8	100

Частка квасолі та інших зернобобових культур була незначною. Проведені дослідження та розрахунки показали, що основні зернобобові культури (горох, соя та квасоля) накопичували різну кількість біологічно-фіксованого азоту.

Відомо, що у гороху та квасолі надходження біологічного азоту по роках вкрай непостійне і важко прогнозоване [15]. Азотфіксувальний потенціал симбіозу квасолі з присутніми у ґрунті

ризобіями часто обмежений невисокою азотфіксувальною активністю бактерій. Відмічається також зменшення фіксації атмосферного азоту посівами сої під час дефіциту вологи [16].

У проведених дослідженнях на посівах гороху фіксувалося 40–90 кг/га біологічного азоту, тоді як винос азоту з урожаєм становив – 115–225 кг/га, при цьому надходження азоту в ґрунт з рослинними рештками було на рівні – 15–20 кг/га. Ще нижчу здатність до симбіотичної азотфіксації мали посіви кvasолі звичайної, на яких за вегетаційний період накопичувалося 30–70 кг/га біологічного азоту. Найбільша кількість біологічного азоту фіксувалося на посівах сої – 60–150 кг/га, відповідно був і вищим винос азоту з урожаєм, що становив 140–230 кг/га (табл. 2).

Отже, серед досліджуваних зернобобових культур максимальні показники біологічно фіксованого азоту виявлені на посівах сої. Одним із найважливіших елементів технології вирощування зернобобових культур, який впливає на підвищення урожайності насіння, є його передпосівна обробка біопрепаратами на основі азотфіксувальних бактерій. Оскільки мікосимбіонти виявляють сортову специфічність, тому ефективність інокулянтів на різних сортах зернобобових культур суттєво відрізняється.

**Таблиця 2. Ефективність симбіотичної азотфіксації в агроценозах основних зернобобових культур України**

Культура	Розміри азотфіксації, кг/га	Винос азоту з урожаєм, кг/га	Надходження азоту у ґрунт з рослинними рештками, кг/га
Горох	40–90	115–225	15–20
Соя	60–150	140–230	30–45
Квасоля	30–70	80–120	10–15

Так, у дослідях Уманського НУС достовірну прибавку врожаю зерна від інокуляції насіння одержали в сортів сої Хуторяночка та Омега вінницька і сорту кvasолі Буковинка.

Так, приріст урожаю зерна сої становив 0,34–0,44 т/га або 12–15 %, що підтверджується результатами дисперсійного аналізу (НІР<sub>0,05</sub>0,16 т/га). Приріст урожаю зерна гороху від використання Ризобіфіту на основі штаму бульбочкових бактерій *Rhizobium Leguminosarum 245*, а становив лише 0,13–0,17 т/га або 3–4 % (НІР<sub>0,05</sub>0,18 т/га).

Обробка насіння кvasолі сорту Надія біопрепаратом Ризобіфит на основі штамуазотфіксувальних бактерій *Rhizobium phaseoli* ФК-6 сприяла прибавці показників урожайності на 0,09 т/га або 5 %, сорту Буковинка – на 0,18 т/га або 10 % (НІР<sub>0,05</sub>0,12 т/га) (табл. 3).

Таблиця 3. Вплив біопрепаратів на основі бульбочкових бактерій на врожайність зернобобових культур на дослідному полі Уманського НУС

Біопрепарат	Сорт	Урожайність (середнє за чотири роки), т/га	Приріст до контролю	
			т/га	%
Горох				
Без інокуляції (контроль)	Чекбек	3,87	-	100
	Отаман	3,89	-	100
Ризобіфіт (штам <i>RhizobiumLeguminosarum 245 a</i> )	Чекбек	4,04	0,17	104
	Отаман	4,02	0,13	103
НІР <sub>0,05</sub> , т/га		0,18		
Соя				
Без інокуляції (контроль)	Хуторяночка	2,74	-	100
	Омега вінницька	2,87	-	100
Ризогумін (штам <i>Bradyrhizobium Japonicum</i> М-8)	Хуторяночка	3,08	0,34	112
	Омега вінницька	3,31	0,44	115
НІР <sub>0,05</sub> , т/га		0,16		
Квасоля				
Без інокуляції (контроль)	Надія	1,84	-	100
	Буковинка	1,80	-	100
Ризобіфіт (штам <i>Rhizobium phaseoli</i> ФК-6)	Надія	1,93	0,09	105
	Буковинка	1,98	0,18	110
НІР <sub>0,05</sub> , т/га		0,12		

У дослідженнях, проведених на дослідному полі Уманського НУС встановлено достовірний приріст від інокуляції посівного матеріалу урожаю зерна сорту сої Іванка та сорту квасолі Буковинка (табл. 4).

Так, приріст урожаю зерна сої сорту Іванка від використання Ризобіфіту на основі штаму бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum 634 б* становив 0,18 т/га або 9 %. Обробка насіння квасолі сорту Надія біопрепаратом Ризобіфіт на основі штаму азотфіксувальних бактерій *Rhizobium phaseoli* ФК-6 сприяла приросту врожайності на 0,25 т/га або 12 %.

Отже, бактеризації посівного матеріалу біопрепаратами на основі активних штамів бульбочкових бактерій сприяє підвищення зернової продуктивності рослин: гороху на 3–4 %, сої на 1–15 %, квасолі 3–12 % залежно від сорту.

Таблиця 4. Вплив біопрепаратів на основі бульбочкових бактерій на врожайність зернобобових культур на дослідному полі Уманського НУС

Біопрепарат	Сорт	Урожай зерна (середнє за три роки), т/га	Приріст урожаю	
			т/га	%
Со́я				
Без інокуляції (контроль)	Іванка	1,93	-	100
	Георгіна	2,27	-	100
Ризобіфіт ( <i>Bradyrhizobium japonicum</i> 634 б)	Іванка	2,11	0,18	109
	Георгіна	2,30	0,03	101
НІР <sub>0,05</sub> , т/га		0,12		
Квасо́ля				
Без інокуляції (контроль)	Надія	1,87	-	100
	Буковинка	2,14	-	100
Ризобіфіт (штам <i>Rhizobium phaseoli</i> ФК-6)	Надія	1,93	0,06	103
	Буковинка	2,39	0,25	112
НІР <sub>0,05</sub> , т/га		0,11		

**Висновки.** Станом на 2017 р. загальна площа посіву зернобобових культур в Україні вже перевищила показник 1990 р. і становить понад 2,3 млн га. Але при цьому сильно змінилася її структура: зросла частка сої і значно зменшилась частка гороху. Із досліджуваних зернобобових культур максимальну симбіотичну азотфіксацію (60–150 кг/га) забезпечують посіви сої. Із досліджуваних зернобобових культур на передпосівну бактеризацію насіння найбільше реагували сорти сої, забезпечуючи приривок урожаю 0,03–0,44 т/га або 1–15 %.

### Література

1. Січкач В. І. Сучасний стан і перспективи вирощування зернобобових культур на нашій планеті : зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України 2016: матеріали міжнар. наук. конф., м. Вінниця, 11–12 серп. 2016 р. Вінниця, 2016. С. 14–15.
2. Петриченко В.Ф. Виробництво зернобобових культур і сої в Україні: сучасні виклики та перспективи : зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України 2016: матеріали міжнар. наук. конф., м. Вінниця, 11–12 серп. 2016 р. Вінниця, 2016. С. 10–11.
3. Сайко В.Ф. Проблеми і шляхи нагромадження та використання біологічного азоту в сучасному землеробстві України. Збірник наукових праць Національного наукового центру "Інститут землеробства УААН". 2006. Спецвипуск. С. 8–13.
4. Калініченко А.В., Мінькова О.Г. Біологічний азот у законодавстві ЄС. Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол. 2014. № 3 (60). С. 7–10.
5. Дегодюк Е. Г., Дегодюк С. Е. Біологічний азот у землеробстві України. Збірник наукових праць Національного наукового центру "Інститут

землеробства УААН." 2006. Спецвипуск. С. 13–22.

6. Furseth B., Conley Sh., Ane J. Soybean Responseto Soil Rhizobia and Seedapplied Rhizobia Inoculants in Wisconsin. Crop Science. 2012. Vol. 52, № 1.P. 339–344.

7. Growth and Nitrogen Fixation in High-Yielding Soybean: Impact of Nitrogen Fertilization / F. Salvagiotti, J. Speht, K. Gassman [etal.]. Agronomy Journal. 2009.Vol. 101, No. 4.P. 958-970.

8. Бенцаровський Д. М., Дацько Л. В., Кириєнко М. В. Баланс азоту в землеробстві України. Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН». Київ: ПП «ЕКМО». 2006. Спецвипуск. С. 23–25.

9. Волгогон В. В. Мікробні препарати в землеробстві. Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН». 2006. Спецвипуск. С. 26–32.

10. Петриченко В. Ф., Коць С. Я. Симбіотичні системи у сучасному сільськогосподарському виробництві. Вісник НАН України. Київ, 2014. №3. С. 57–66.

11. Січкара В. І. Інтенсифікація азотфіксувального потенціалу зернобобових культур шляхом комплементарного добору макро- і мікросимбіонтів. Екологія.: Наук. записки Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол. 2014. №3 (60). С. 165–169.

12. Посьпанов Г. С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха: Справочное пособие. М.: Агропромиздат, 1991. 300 с.

13. Ермантраут Е. Р., Малиновський А. С., Дідора В. Г. Методика наукових досліджень в агрономії: навч. посіб. Житомир: ЖНАЕУ 2010. 124 с.

14. Рослиництво України 2017: статистичний збірник / редкол.: О. Прокопенко (відп. ред.) та ін. Київ: Державна служба статистики України, 2018. 222 с.

15. Nitrogen Economy of Pulse Crop Production in the Northern Great Plains / F. Walley, G. Clayton, P. Miller [etal.]. Agronomy Journal. 2007.Vol. 99, №6. P. 1710–1718.

16. Шкатула Ю. М., Краєвська Л. С. Ефективність симбіотичної азотфіксації в агроценозах квасолі. Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. Дніпропетровськ, 2015. №4. С. 73–76.

**БИОЛОГИЗАЦИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР В  
УКРАИНЕ, АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВА  
Кравченко В.С., Кононенко Л., Вишневская Л. Чинчик А.С., Олифорович  
В.А.**

*Проанализирована динамика структуры и посевных площадей основных зернобобовых культур в Украине. Предлагаются высокоэффективные, экологически безопасные технологические приемы повышения производительности основных зернобобовых культур - гороха, сои и фасоли. Установлено, что из исследуемых зернобобовых культур максимальную симбиотическую азотфиксацию и самую высокую прибавку урожая зерна от бактериализации семян обеспечили посеvy сои.*

**Ключевые слова:** зернобобовые культуры, горох, соя, фасоль, симбиотическая азотфиксация, Ризогумин, Ризобифит, урожайность.



**BIOLOGIZATION OF CULTIVATION OF LEGUMINOUS CROPS  
IN UKRAINE**

**Kravchenko V., Kononenko L., Vishnevskaya L., Chinchik A.,  
Oliforovich V.**

*Leguminous crops are of great importance in the grain and fodder balance of agroformations of Ukraine. Therefore, it is important to develop new and improve existing technological method so fincreasingproductivity of the main leguminous crops - peas, soy beans and beans.*

*The aim of the study was to study the effect of environmentally secure ways to increase symbiotic nitrogen fixation and grain productivity of peas, soybeans and beans.*

*As of 2017, the total sown area of leguminous crops in Ukraine has already exceeded the 1990 figure and is more than 2,3 million hectares. But at the same time its structure has substantially changed: the percent of soy has increased and the percent of peas has significantly decreased.*

*Our studies and calculations have shown that the main leguminous crops (peas, soybeans and beans) accumulated different amounts of biologically fixed nitrogen. So, 40–90 kg/ha of biological nitrogen was recorded on peacrops. Sowing of common beans, on which 30-70 kg/ha of biological nitrogen was accumulated during the growing season, has even less capacity for symbiotic nitrogen fixation. And the greatest amount of biological nitrogen was recorded on soybean crops - 60-150 kg/ha.*

*One of the most important elements of the technology of growing leguminous crops which affects their crease in seed yield is its presowing treatment with biological preparations based on nitrogen-fixingbacteria. In the experiments of Podolsk State Agrarian Technical University a significantin crease of grain yield from seed inoculation was obtained from the soybean varieties Khutorianochka, Omega vinnyska and Bukovinka bean varieties.*

*Thus, the in crease of the yield of soybean grain from the use of the biologica lproduct Rizoguminwas 0,34-0,44 t/ha or 12–15 %. The processing of Nadia beanseeds by the biological preparation Rizobofit contributed to an in crease of yield indicators by 0,09 t / ha or 5 %, the variety Bukovinka - by 0,18 t / ha or 10 %.*

*Studies conducted by the Bukovyna State Agricultural Experimental Station of the NAAS (National Academy of Agrarian Sciences) established a significant in crease from the inoculation of seeds of Ivanka soybean variety and Bukovinka bean variety. Thus, the in crease of the yield of soybean grain varieties Ivanka from the use of Rizobofit amounted to 0.18 t/ha, or 9 %. The processing of seeds of Nadezhda bean variety with a biological product Rizobofit contributed to an increase of theyield index by 0.09 t / ha or 5 %.*

*So, according to our studies the bacterization of seed material with biological products based on active strains of nodule bacteria in creased the grain productivity of plants: peasby 3–4 %, soybeansby 1-15 %, beans 3–12 %.*

**Key words:** leguminous crops, peas, soybeans, beans, symbiotic nitrogen fixation, risogumin, rhizobophyte, yield.