

УДК: 633.15:631.527.5:519.86

DOI:10.37128/2707-5826-2021-2-5

**ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ  
НА НАКОПИЧЕННЯ  
БІОЛОГІЧНОГО АЗОТУ  
ПОСІВАМИ ГОРОХУ ПОСІВНОГО**

**Н. В. ТЕЛЕКАЛО**, канд. с.-г. наук,  
доцент  
**М.О. МОРДВАНЮК**, асистент  
Вінницький національний аграрний  
університет

*В статті приведені результати вивчення симбіотичних систем в агроценозах гороху посівного залежно від впливу елементів технології. Дослідження проводилися з використання біологічних препаратів та стимуляторів росту рослин протягом 2018-2019 рр. на сірих лісових середньосуглинкових ґрунтах. Відмічено, що використання інокуляції насіння штамами бульбочкових бактерій в новітніх технологіях вирощування зернобобових культур забезпечує формування активного бобово-ризобіального симбіозу, зростання інтенсивності засвоєння азоту з повітря та збільшення продуктивності рослин. Встановлено, що формування найбільшої біомаси бульбочок у сорту Меценат 2,36 г/рослину відмічено на стадії росту та розвитку ВВСН 61-65 на варіанті досліду, де проводили передпосівну обробку насіння комплексом бактеріальних препаратів Біокомплекс + Мікофренд та позакореневе підживлення стимулятором росту рослин Регоплантом у фазі бутонізації на фоні мінерального удобрення  $N_{30}P_{60}K_{60}$ . Ці ж елементи технології забезпечили формування максимальних показників активного симбіотичного потенціалу та кількості біологічно фіксованого азоту відповідно 13,6 кг-діб/га та 110,6 кг/га. Бактеризація насіння мікробними препаратами сприяє інтродукції в агрофітоценози корисних мікроорганізмів та є елементом органічного землеробства, що ґрунтується на методології екологічно безпечних технологій, відновлення природних ресурсів та їх енергозбереження. В результаті проведених досліджень обробка насіння гороху посівного комплексом Біокомплекс (2 л/га) + Мікофренд (1 л/га) на фоні мінеральних добрив ( $N_{30}P_{60}K_{60}$ ) та проведенні позакореневого підживлення стимулятором росту Регоплантом (50 мл/га) сприяє достовірному збільшенню кількості та біомаси бульбочок. Відзначено позитивний баланс азоту на всіх варіантах польового досліду та найбільша його кількість залишилась не на варіантах із найвищою фіксацією атмосферного азоту. Застосування мінерального удобрення  $N_{30}P_{60}K_{60}$  та передпосівної обробки насіння комплексом Біокомплекс + Мікофренд забезпечило найбільшу кількість біологічно-фіксованого азоту, що залишилась в ґрунті на рівні – 66,4 кг/га.*

**Ключові слова:** сорт гороху Меценат, біопрепарати, бульбочки, азотфіксація, передпосівна обробка насіння, позакореневе підживлення.

**Табл. 2. Літ. 7.**

**Постановка проблеми.** Баланс поживних речовин у ґрунті є науковою основою для складання ефективної системи удобрення сільськогосподарських

культур. Біологічно активні препарати впливають на навколишнє середовище, а саме поліпшують фітосанітарний стан агроценозів та живлення культур завдяки активізації природних процесів в ризосфері [2, 6]. Тому, такі дослідження актуальні в світовому співтоваристві та розробка безпечних технологій вирощування рослинницької продукції має особливе значення у визначенні зернобобових культур як незамінних джерел рослинного білка та поповненні ґрунту біологічним симбіотрофним азотом.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Однією з проблем сучасного агропромислового комплексу є виробництво якісної продукції. Збільшення обсягів виробництва потребує створення нових сортів, що забезпечують зростаючі потреби населення, нові технології вирощування та переробки, та інші чинники, що підвищують вимоги до сортів. Поряд з продуктивністю та адаптивністю вони повинні характеризуватися високою якістю продукції, технологічністю збирання та високим біоенергетичним потенціалом [4, 5]. Розвиток симбіотичного апарату бобових рослин можна ефективно регулювати агробіологічними прийомами вирощування [1, 7]. Ефективність використання біопрепаратів, стимуляторів росту та мікроелементів на формування симбіотичного апарату люпину білого, сої, нуту відмічено у дослідженнях різних вчених [1, 3, 7].

**Умови та методика досліджень.** Дослідження проводили на полях Вінницького національного аграрного університету с. Агрономічне впродовж 2018-2019 років. Ґрунти – сірі лісові середньосуглинкові. Висівали сорт Меценат (2014 рік), оригінатор – Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН Україна, середньостиглий. Передпосівну обробку насіння проводили біологічним препаратом Біокомплекс (2,0 л/т) та мікоризоутворюючим біопрепаратом Мікофренд (1 л/га). Для позакореневого підживлення у фазі бутонізації використовували стимулятор росту Регоплант (50 мл/га).

**Виклад основного матеріалу.** Задля вивчення впливу передпосівної обробки насіння біологічними препаратами та біогенними мікроелементами на інтенсивність фізіологічних процесів, пов'язаних із симбіотичною фіксацією молекулярного азоту, була проведена оцінка ефективності функціонування бобово-ризобіального симбіозу за кількістю та біомасою азотфіксуючих бульбочок при вирощуванні сорту гороху Меценат. За два роки дослідження нітрагінізація гороху посівного забезпечила формування азотфіксуючих бульбочок в кількості 5,4-39,5 шт./рослину (таблиця 1).

Встановлено, що Біокомплекс та Мікофренд та їх сумісне застосування забезпечили формування від 5,4 до 13,6 шт./рослину бульбочкових бактерій у фазі ВВСН 12-13 (2-3 пара справжніх листків). Внесення мінеральних добрив в нормі  $N_{30}P_{60}K_{60}$  сприяла приросту бульбочкових бактерій та відповідно їх біомасі на 13,5 % порівняно до варіанту без внесення мінеральних добрив у стадії розвитку рослин гороху ВВСН 12-13 (2-3 пара справжніх листків), ВВСН 51-55 (бутонізації) та ВВСН 61-65 (цвітіння). Найбільшу масу кореневих

Таблиця 1

**Симбіотична активність бульбочкових бактерій рослин гороху сорту  
Меценат (у середньому за 2018-2019 рр.)**

Удобрення	Обробка насіння	Стадії росту та розвитку рослин					
		ВВСН 12-13		ВВСН 51-55		ВВСН 61-65	
		Кі-сть, шт.	Маса, г	Кі-сть, шт.	Маса, г	Кі-сть, шт.	Маса,г
Без удобрення	Без обробки	5,4	0,9	11,9	0,49	15,9	0,69
	Біокомплекс	9,3	0,12	18,3	0,79	24,3	0,99
	Мікофренд	10,6	0,21	25,8	0,98	30,8	1,1
	Біокомплекс + Мікофренд	12,7	0,22	26,9	1,12	31,9	1,52
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> (фон)	Без обробки	6,1	0,11	13,6	0,67	15,6	0,87
	Біокомплекс	10,6	0,21	29,3	1,26	31,3	1,67
	Мікофренд	12,5	0,22	30,1	1,4	32,1	2,01
	Біокомплекс + Мікофренд	12,8	0,27	33,1	1,54	34,1	2,13
Ф+Регоплант у фазі бутонізації	Без обробки	6,5	0,12	15,6	0,76	17,6	1,0
	Біокомплекс	11,3	0,21	32,7	1,54	34,7	1,79
	Мікофренд	13,1	0,22	35,1	1,70	36,2	2,10
	Біокомплекс + Мікофренд	13,6	0,28	37,1	1,89	39,5	2,36
НІР <sub>0,5</sub>		1,2	0,01	2,4	0,02	2,4	0,06

*Джерело сформовано на основі результатів досліджень*

бульбочок у сорту гороху Меценат (2,36 г/рослину) було відмічено у фазі ВВСН 61-65 на варіанті досліду з мінеральним удобренням N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>, де застосовували обробку насіння композицією препаратів Біокомплексом і Мікофрендом та проведенням позакореневого підживлення стимулятором росту Регоплантом у фазі бутонізації. Застосування препаратів Біокомплекс та Мікофренд сприяло утворенню більшої біомаси активних корневих бульбочок, що і вплинуло на фіксацію атмосферного повітря. У сорту Меценат АСП на контрольному варіанті становив – 3,3 тис. кг·діб/га, кількість фіксованого азоту становила – 28,2 кг/га, а кількість азоту, що залишається ґрунті – 15,4 кг/га. Біокомплекс забезпечує активне заселення кореневої системи рослин штамом бульбочкових бактерій, тому у сорту Меценат відмічено 37,7-58,3 кг/га азоту засвоєного атмосферного азоту. Обробка насіння мікоризоутворюючим препаратом Мікофрендом сприяє формуванню 53,9-80,1 кг/га атмосферного азоту повітря. Найкращі умови склалися при застосування комплексу Біокомплекс + Мікофренд на рівні 77,3-110,6 кг/га залежно від варіанту досліду.

**Висновки і перспективи проведення досліджень** Таким чином, в результаті польових досліджень можна рекомендувати виробництву вирощувати сорт гороху посівного Меценат з використанням агроекологічних прийомів вирощування для накопичення найвищих показників біологічно фіксованого азоту, а саме: обробка насіння гороху посівного комплексом

Таблиця 2

**Накопичення біологічного азоту посівами гороху, кг/га, 2018-2019 рр.**

Удобрення	Обробка насіння	АСП тис. кг-діб/га	Фіксовано N, кг/га	Винос урожаєм N, кг/га	Залишилось N, кг/га
Без удобрення	Без обробки	3,3	28,2	112,3	15,4
	Біокомплекс	4,5	37,7	118,9	20,7
	Мікофренд	6,6	53,9	120,4	38,4
	Біокомплекс + Мікофренд	9,3	77,3	127,3	56,1
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> (фон)	Без обробки	4,6	39,2	124,6	20,5
	Біокомплекс	6,3	53,5	134,2	27,4
	Мікофренд	9,1	76,6	137,5	49,4
	Біокомплекс + Мікофренд	12,6	104,3	146,1	66,4
Ф+Регоплант у фазі бутонізації*	Без обробки	4,9	41,3	135,3	14,1
	Біокомплекс	7,1	58,3	144,1	24,3
	Мікофренд	9,5	80,1	147,3	39,0
	Біокомплекс + Мікофренд	13,6	110,6	158,7	58,5

*Джерело сформовано на основі результатів досліджень*

Біокомплекс (2 л/га) + Мікофренд (1 л/га) на фоні мінеральних добрив (N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>) та проведенні позакореневого підживлення Регоплантом (50 мл/га) сприяє достовірному збільшенню кількості та біомаси бульбочок на 23,6 шт./рослину і 1,47 г/рослину відповідно в порівнянні з контрольним варіантом; застосування мінерального удобрення N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> та передпосівної обробки насіння комплексом Біокомплекс + Мікофренд забезпечило найбільшу кількість біологічно-фіксованого азоту, що залишалась в ґрунті.

**Список використаної літератури**

1. Дідур І.М., Мордванюк М.О. Вплив позакорневих підживлень та інокуляції насіння на симбіотичну та зернову продуктивність нуту. *Збірник наукових праць ВНАУ «Сільське господарство та лісівництво»*. 2019. № 14. С. 13-22.
2. Мазур В. А., Панцирева Г. В., Дідур І. М., Прокопчук В. М. Люпин білий. Генетичний потенціал та його реалізація у сільськогосподарське виробництво: монографія. Вінниця : РВВ ВНАУ, 2018. 224 с.
3. Мазур О.В., Колісник О.М., Телекало Н.В. Генотипові відмінності сортозразків квасолі звичайної за технологічністю. *Збірник наукових праць ВНАУ «Сільське господарство та лісівництво»*. 2017. 7, (Т2). С. 33-39.
4. Мазур О.В., Мазур О.В. Відмінності зернобобових культур за пластичністю і стабільністю господарсько-цінних ознак. *Збірник наукових праць ВНАУ «Сільське господарство та лісівництво»*. 2019. № 12. С. 69-86.

5. Мордванюк М.О., Дідур І.М. Вплив інокуляції насіння та позакореневих підживлень на індивідуальну продуктивність рослин нуту в умовах Лісостепу правобережного. *Збірник наукових праць ВНАУ «Сільське господарство та лісівництво»*. 2018. № 8(3). С. 26-35.

6. Didur I., Bakhmat M., Chynchyk O., Pansyryeva H., Telekalo N., Tkachuk O. Substantiation of agroecological factors on soybean agrophytocenoses by analysis of variance of the Right-Bank Forest-Steppe in Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. 10(5). P. 54-61.

7. Mazur V., Didur I., Myalkovsky R., Pansyryeva H., Telekalo N., Tkach O. The Productivity of intensive pea varieties depending on the seeds treatment and foliar fertilizing under conditions of right-bank forest-steppe Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. 10(1). P. 101-105.

### Список використаної літератури у транслітерації /References

1. Didur I.M., Mordvaniuk M.O. (2019). Vplyv pozakorenevyykh pidzhyvlen ta inokuliatsii nasinnia na symbiotychnu ta zernovu produktyvnist nutu. [*Influence of foliar fertilization and seed inoculation on symbiotic and grain productivity of chickpeas*]. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU «Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo» – Collection of scientific works of VNAU «Agriculture and Forestry»*. № 14. 13-22. [in Ukrainian].

2. Mazur V.A., Pansyryeva H.V., Didur I.M., Prokopchuk V.M. (2018). Liupyn bilyi. Henetychnyi potentsial ta yoho realizatsiia u silskohospodarske vyrobnytstvo: monograph. [*Lupine white. Genetic potential and its realization in agricultural production: monograph.*]. Vinnytsia : RVV VNAU. 224. [in Ukrainian].

3. Mazur O.V., Kolisnyk O.M., Telekalo N.V. (2017). Henotypovi vidminnosti sortozrazkiv kvasoli zvychainoi za tekhnolohichnistiu [*Genotypic differences in varieties of common beans by manufacturability*]. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU «Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo» – Collection of scientific works of VNAU «Agriculture and Forestry»*. 7, (Vol. 2). 33-39. [in Ukrainian].

4. Mazur O.V., Mazur O.V. (2019). Vidminnosti zernobobovykh kultur za plastychnistiu i stabilnistiu hospodarsko-tsinnykh oznak. [*Differences in legumes in terms of plasticity and stability of economically valuable traits*]. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU «Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo» – Collection of scientific works of VNAU «Agriculture and Forestry»*. № 12. 69-86. [in Ukrainian].

5. Mordvaniuk M.O., Didur I.M. (2018). Vplyv inokuliatsii nasinnia ta pozakorenevyykh pidzhyvlen na indyvidualnu produktyvnist roslyn nutu v umovakh Lisostepu pravoberezhnoho. [*Influence of seed inoculation and foliar fertilization on individual productivity of chickpea plants in the conditions of the right-bank Forest-Steppe*]. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU «Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo» – Collection of scientific works of VNAU «Agriculture and Forestry»*. № 8(3). 26-35. [in Ukrainian].

6. Didur I., Bakhmat M., Chynchyk O., Pansyryeva H., Telekalo N., Tkachuk O. (2020). Substantiation of agroecological factors on soybean agrophytocenoses by

analysis of variance of the Right-Bank Forest-Steppe in Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 10(5). P. 54-61. [in English].

7. Mazur V., Didur I., Myalkovsky R., Pantsyryeva H., Telekalo N., Tkach O. (2020). The Productivity of intensive pea varieties depending on the seeds treatment and foliar fertilizing under conditions of right-bank forest-steppe Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 10(1). P. 101-105. [in English].

### **АННОТАЦИЯ**

#### **ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ НА НАКОПЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО АЗОТА ПОСЕВАМИ ГОРОХА ПОСЕВНОГО**

В статье приведены результаты изучения симбиотических систем в агроценозах гороха посевного в зависимости от влияния элементов технологии. Исследования проводились с использованием биологических препаратов и стимуляторов роста растений в течение 2018-2019 гг. На серых лесных среднесуглинистых почвах. Отмечено, что использование инокуляции семян штаммами клубеньковых бактерий в новейших технологиях выращивания зернобобовых культур обеспечивает формирование активного бобово-ризобияльного симбиоза, рост интенсивности усвоения азота из воздуха и увеличения продуктивности растений.

Установлено, что формирование крупнейшей биомассы клубнев в сорта Меценат 2,36 г/растение отмечено на стадии роста и развития ВВСН 61-65 на варианте опыта, где проводили предпосевную обработку семян комплексом бактериальных препаратов Биоконкомплекс + Микофрендом и внекорневую подкормку стимулятором роста растений Регоплантом в фазе бутонизации на фоне минерального удобрения  $N_{30}P_{60}K_{60}$ . Эти же элементы технологии обеспечили формирование максимальных показателей активного симбиотического потенциала и количества биологически фиксированного азота соответственно 13,6 кг•суток/га и 110,6 кг/га. Бактеризация семян микробными препаратами способствует интродукции в агрофитоценозов полезных микроорганизмов и является элементом органического земледелия, основанной на методологии экологически безопасных технологий, восстановления природных ресурсов и их энергосбережения. В результате проведенных исследований обработка семян гороха посевного комплексом Биоконкомплекс (2 л/га) + Микофренд (1 л/га) на фоне минеральных удобрений ( $N_{30}P_{60}K_{60}$ ) и проведении внекорневой подкормки стимулятором роста Регоплантом (50 мл/га) способствует достоверному увеличению количества и биомассы пузырьков. Отмечено положительный баланс азота на всех вариантах полевого опыта и наибольшее его количество осталась не в вариантах с высокой фиксацией атмосферного азота. Применение минерального удобрения  $N_{30}P_{60}K_{60}$  и предпосевной обработки семян комплексом Биоконкомплекс + Микофренд обеспечило наибольшее количество биологически фиксированного азота, оставалась в почве на уровне – 66,4 кг/га.

**Ключевые слова:** сорт гороха Меценат, биопрепараты, клубеньки, азотфиксация, предпосевная обработка семян, внекорневой подкормки.

**Табл. 2. Лит. 7.**

### **ANNOTATION**

#### **INFLUENCE OF ELEMENTS OF TECHNOLOGY ON THE ACCUMULATION OF BIOLOGICAL NITROGEN BY SOWING PEA**

The article presents the results of studying symbiotic systems in agroecosystems of sowing peas, depending on the influence of technology elements. The studies were carried out using biological preparations and plant growth stimulants during 2018-2019. On gray forest medium loamy soils. It

is noted that the use of seed inoculation with strains of nodule bacteria in the latest technologies for growing leguminous crops provides the formation of an active legume-rhizobial symbiosis, an increase in the rate of assimilation of nitrogen from the air and an increase in plant productivity.

It was found that the formation of the largest tuber biomass in the Metsenat variety 2.36 g/plant was noted at the stage of growth and development of BBCH 61-65 in the variant of the experiment, where pre-sowing treatment of seeds with a complex of bacterial preparations Biokompleks + Mikofrend and foliar feeding with a plant growth stimulator Regoplant in the phase budding against the background of mineral fertilizer  $N_{30}P_{60}K_{60}$ . The same elements of technology ensured the formation of the maximum indicators of the active symbiotic potential and the amount of biologically fixed nitrogen, respectively, 13.6 kg • days/ha and 110.6kg/ha. Bacterization of seeds with microbial preparations contributes to the introduction of beneficial microorganisms into agrophytocenoses and is an element of organic farming based on the methodology of environmentally friendly technologies, restoration of natural resources and their energy conservation. As a result of the research carried out, the treatment of pea seeds with a sowing complex Biokompleks (2 l/ha) + Mikofrend (1 l/ha) against the background of mineral fertilizers ( $N_{30}P_{60}K_{60}$ ) and foliar feeding with a growth stimulator Regoplant (50 ml/ha) contributes to a significant increase in the amount and biomass bubbles. A positive nitrogen balance was noted in all variants of the field experiment, and its greatest amount remained not in the variants with high fixation of atmospheric nitrogen. The use of mineral fertilizer  $N_{30}P_{60}K_{60}$  and pre-sowing seed treatment with the Biokompleks + Mikofrend complex provided the largest amount of biologically fixed nitrogen, remained in the soil at a level of 66.4 kg/ha.

**Key words:** pea variety Metsenat, biological products, nodules, nitrogen fixation, pre-sowing seed treatment, foliar feeding.

**Tab. 2. Lit. 7.**

### **Інформація про авторів**

**Телекало Наталія Валеріївна** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур

Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3, e-mail: nataliatelekal@gmail.com).

**Мордванюк Мирослава Олексіївна** – асистент кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3, e-mail: temchenko@vsau.vin.ua).

**Телекало Наталія Валеріївна** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры растениеводства, селекции и биоэнергетических культур Винницкого национального аграрного университета (21008, г. Винница, ул. Солнечная, 3, e-mail: nataliatelekal@gmail.com).

**Мордванюк Мирослава Алексеевна** – асистент кафедры растениеводства, селекции и биоэнергетических культур Винницкого национального аграрного университета (21008, г. Винница, ул. Солнечная, 3, e-mail: temchenko@vsau.vin.ua).

**Telekalo Natalia** – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Plant Production, Selection and Bioenergetic cultures (21008, Vinnytsia, Soniachna Str. 3, e-mail: nataliatelekal@gmail.com).

**Mordvaniuk Myroslava Alekseevna** – Assistant of the Department of Plant Production, Selection and Bioenergetic Cultures, Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, Soniachna Str. 3, e-mail: temchenko@vsau.vin.ua).