

ПРОДУКТИВНІСТЬ СИМБІОТИЧНОЇ АЗОТФІКСАЦІЇ РОСЛИНАМИ ЛЮПИНУ ВУЗЬКОЛИСТОГО

В. І. Ратошнюк, к. с.-г. н., с. н. с.

Т. М. Ратошнюк, к. е. н., с. н. с.

Інститут фізіології рослин і генетики НАНУ

Здатність бобових культур фіксувати атмосферний азот у симбіозі з бульбочковими бактеріями – є загальновідомим явищем. Однак, питання ролі симбіотичної азотфіксації у формуванні продуктивності бобових культур є дискусійним, а отже визначення кількості біологічно фіксованого азоту бобовими культурами в агробіологічних дослідженнях має важливе теоретичне і практичне значення для сучасної аграрної науки [6].

Визначення кількості симбіотично фіксованого азоту по величині активного симбіотичного потенціалу та питомій активності симбіозу є об'єктивним методом, оскільки при цьому враховуються

конкретні умови вирощування зернобобових культур [3].

Користуючись методикою Г. С. Посипанова (1983) в процесі проведення досліджень було розраховано кількість симбіотично фіксованого азоту люпином вузьколистим на варіантах досліду [2]. Для розрахунків ми використовували рекомендовану автором методики величину питомої активності симбіозу (ПАС) для люпину та показник АСП. Питома активність симбіозу (ПАС) – це кількість азоту повітря, що фіксується одним кілограмом сирих бульбочок за добу.

В результаті проведених розрахунків було встановлено, що в середньому за роки досліджень, на контрольних варіантах досліду з нормою висіву насіння 0,6 млн шт./га на коренях люпину вузьколистого залежно від строків і способів сівби, а також внесення різних норм мінеральних добрив у поєднанні з позакореновими підживленнями водорозчинними азотно-фосфорно-калійними добривами з мікроелементами накопичувалось: у сорту Олімп за першого строку посіву 39,5-88,1 кг/га азоту, за другого строку – 45,8-104,4 кг/га, за третього – 34,8-80,2 кг/га; у сорту Переможець за першого строку посіву 35,5-80,5 кг/га фіксованого азоту, за другого строку – 39,0-95,8 кг/га, за третього – 32,4-72,7 кг/га; у сорту Грозинський 9 за першого строку посіву 47,2-100,3 кг/га фіксованого азоту, за другого строку – 52,3-119,6 кг/га, за третього – 41,6-90,7 кг/га. При цьому, відмічено зменшення величини фіксованого атмосферного азоту на варіантах із шириною міжрядь 30 та 45 см незалежно від строку сівби (табл. 1).

Максимальне значення показника кількості фіксованого біологічного азоту спостерігалось у варіанті із нормою висіву 1,2 млн. шт./га насіння в другий строк посіву із шириною міжрядь 15 см, що відповідно на 210,4; 193,1; 236,2 кг/га більше від варіантів досліду з нормою висіву 0,6 млн шт./га насіння без застосування мінеральних добрив у сорту Олімп – 287,0 кг/га, у сорту Переможець – 263,8 кг/га; у сорту Грозинський 9 – 323,2 кг/га.

На здатності люпину, в тому числі й вузьколистого за вирощування на сидерат фіксувати значну кількість біологічного азоту і залишати його для наступних культур загострювали увагу цілий ряд вчених. Так, одні з них стверджували, що одночасно з біомасою люпину в ґрунт заорюється від 150 до 230 кг/га азоту [4]. В той же час, вчені А. А. Духанін (1974), І. П. Такунов (1996) дослідили, що з пожнивно-кореновими рештками люпин залишає в полі від 60 до 150 кг/га азоту [1, 5]. Подібні дані було отримано і за кордоном. Так, в Сільськогосподарському дослідному центрі Австралії, люпин вузьколистий нагромаджував 252 кг/га біологічного азоту. .

Таблиця 1

Продуктивність симбіотичної азотфіксації люпину вузьколистого залежно від агротехнічних заходів в умовах Полісся України, за норми висіву насіння 1,2 млн шт./га (в середньому за 2011- 2013 рр.)

№ п/п	Норми мінеральних добрив	Підживлення	Розрахункові показники споживання азоту на створення фактичного врожаю, кг/га			Частка симбіотично фіксованого азоту, від загальної потреби					
						Кількість біологічно фіксованого азоту, кг/га			Відсоток від потреби, %		
			Другий строк – (РТР - 8 ⁰ С)			Другий строк – (РТР - 8 ⁰ С)			Другий строк – (РТР - 8 ⁰ С)		
			Рядковий (15 см)	Черезрядковий (30 см)	Широкорядний (45 см)	Рядковий (15 см)	Черезрядковий (30 см)	Широкорядний (45 см)	Рядковий (15 см)	Черезрядковий (30 см)	Широкорядний (45 см)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Люпин вузьколистий (зернофуражний) – Олімп (новий незареєстрований сорт)											
1	Без добрив	Без підживлення	129,9	121,0	105,4	211,2	207,6	191,4	162,6	171,5	181,6
		1П – 10-45-15+0,5MgO+ME	137,4	127,8	110,8	232,1	226,7	210,4	169,0	177,3	189,8
		2П – 9-12-40+0,5MgO+ME	142,1	132,6	114,9	246,0	242,4	219,0	173,1	182,8	190,6
	P ₆₀ K ₆₀	Без підживлення	146,2	136,0	118,3	251,3	247,7	226,9	171,9	182,1	191,7
		1П – 10-45-15+0,5MgO+ME	155,7	144,8	126,5	274,2	268,8	249,6	176,1	185,6	197,4
		2П – 9-12-40+0,5MgO+ME	163,2	152,3	132,6	287,0	281,6	257,9	175,8	184,9	194,5
	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	Без підживлення	161,2	150,3	130,6	160,1	156,6	145,9	99,4	104,2	111,7
		1П – 10-45-15+0,5MgO+ME	176,8	164,6	143,5	174,7	172,9	160,7	98,8	105,0	112,0
		2П – 9-12-40+0,5MgO+ME	186,3	174,1	151,0	194,8	191,1	173,8	104,6	109,8	115,1
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Без підживлення	158,4	147,6	128,5	146,4	142,7	130,7	92,4	96,7	101,7
		1П – 10-45-15+0,5MgO+ME	168,0	157,1	136,0	162,8	159,1	147,0	96,9	101,3	108,1
		2П – 9-12-40+0,5MgO+ME	180,9	168,0	146,9	179,4	175,7	160,7	99,2	104,6	109,4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Люпин вузьколистий (зернофуражний) – Переможець											
2	Без добрив	Без підживлення	119,0	110,8	96,6	198,1	194,5	176,8	166,5	175,4	183,1
		1П – 10-45-15+0,5MgO+ME	125,8	117,0	102,0	218,0	212,6	194,9	173,3	181,8	191,0
		2П – 9-12-40+0,5MgO+ME	129,9	121,0	105,4	227,0	223,4	208,2	174,8	184,6	197,5
	P ₆₀ K ₆₀	Без підживлення	134,0	125,1	108,8	230,9	227,3	208,4	172,4	181,7	191,6
		1П – 10-45-15+0,5MgO+ME	142,1	132,6	115,6	253,5	249,9	228,2	178,4	188,5	197,4
		2П – 9-12-40+0,5MgO+ME	149,6	139,4	121,0	263,8	260,2	241,8	176,4	186,7	199,7
	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	Без підживлення	147,6	137,4	119,7	150,2	146,6	136,4	101,8	106,7	113,9
		1П – 10-45-15+0,5MgO+ME	161,8	151,0	131,2	163,2	159,6	150,6	100,9	105,7	114,8
		2П – 9-12-40+0,5MgO+ME	170,7	159,1	138,7	178,8	176,9	164,6	104,7	111,2	118,7
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Без підживлення	144,8	135,3	117,6	134,6	131,0	120,3	93,0	96,8	102,3
		1П – 10-45-15+0,5MgO+ME	153,7	143,5	124,4	151,5	149,6	137,3	98,6	104,3	110,4
		2П – 9-12-40+0,5MgO+ME	165,2	154,4	134,0	164,5	162,5	152,9	99,5	105,3	114,1
Люпин вузьколистий (сидеральний) – Грозинський 9											
3	Без добрив	Без підживлення	145,5	135,3	117,6	237,9	232,5	217,4	163,5	171,8	184,8
		1П – 10-45-15+0,5MgO+ME	153,7	143,5	124,4	260,2	254,8	234,5	169,3	177,6	188,4
		2П – 9-12-40+0,5MgO+ME	158,4	148,2	128,5	276,0	270,5	251,6	174,2	182,5	195,7
	P ₆₀ K ₆₀	Без підживлення	163,9	152,3	132,6	278,0	274,4	252,3	169,6	180,1	190,3
		1П – 10-45-15+0,5MgO+ME	174,1	161,8	140,8	306,1	300,8	277,7	175,9	185,8	197,3
		2П – 9-12-40+0,5MgO+ME	182,2	170,0	148,2	323,2	316,0	292,9	177,3	185,9	197,6
	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	Без підживлення	180,2	167,3	146,2	184,1	180,4	165,6	102,1	107,9	113,3
		1П – 10-45-15+0,5MgO+ME	197,9	184,3	160,5	200,1	196,4	181,2	101,1	106,5	112,9
		2П – 9-12-40+0,5MgO+ME	208,8	194,5	169,3	220,3	216,5	198,9	105,5	111,3	117,5
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Без підживлення	176,8	165,2	143,5	168,2	166,3	151,5	95,1	100,6	105,6
		1П – 10-45-15+0,5MgO+ME	188,4	175,4	152,3	186,9	183,1	170,6	99,2	104,4	112,0
		2П – 9-12-40+0,5MgO+ME	202,0	188,4	163,9	200,2	196,4	181,3	99,1	104,3	110,6

При цьому 166 кг його залишалось в ґрунті для використання наступною культурою [7].

У процесі проведення наших досліджень встановлено значний вплив досліджуваних факторів, зокрема, норм мінеральних добрив та позакореневих підживлень водорозчинними азотно-фосфорно-калійними добривами з мікроелементами на формування показників маси активних бульбочок та величини активного симбіотичного потенціалу, що в кінцевому результаті суттєво вплинуло на кількість біологічно фіксованого азоту у сортів люпину вузьколистого впродовж вегетаційного періоду.

Найбільшу кількість біологічно фіксованого азоту рослинами люпину вузьколистого (201,7-279,6 кг/га) за першого строку сівби, за другого (241,8-323,2 кг/га) та за третього строку сівби (184,0-239,9 кг/га) відмічено на варіантах досліді з нормою висіву 1,2 млн шт./га, де вносили $P_{60}K_{60}$ та проводили два позакореневих підживлення водорозчинними NPK-добривами з мікроелементами. Це відповідно на 37,8-75,8 кг/га, 47,2-65,7 та 59,8-85,3 кг/га більше порівняно з варіантами, де не застосовували мінеральні добрива.

Застосування азотних добрив у нормах 30 та 60 кг/га спричиняло зменшення кількості біологічно фіксованого азоту рослинами люпину вузьколистого. Так, за внесення $N_{30}P_{60}K_{60}$ і $N_{60}P_{60}K_{60}$ та проведення двох позакореневих підживлень величина симбіотично фіксованого азоту у рослин відповідно становила – 42,9-220,3 та 39,7-200,2 кг/га, що менше на 21,3-102,9 та 24,5-123,0 кг/га порівняно із кращими показниками.

Нами виявлено, що поряд із дією досліджуваних чинників, суттєвий вплив на особливості формування симбіотичної продуктивності посівів люпину вузьколистого також мали гідротермічні умови року, зокрема, умови вологозабезпечення. Так, серед років проведення наших досліджень, найвищі показники симбіотичної продуктивності у рослин люпину вузьколистого спостерігали у рік, який характеризувався високою кількістю атмосферних опадів упродовж вегетаційного періоду. Неприятливі умови вологозабезпечення протягом вегетаційного періоду люпину вузьколистого негативно впливали на життєдіяльність бульбочкових бактерій, що відповідно позначилось на формуванні низького рівня симбіотичної продуктивності посівів люпину вузьколистого.

Таким чином, застосування середніх (N_{30}) та підвищених (N_{60}) норм азотних добрив на фосфорно-калійному фоні ($P_{60}K_{60}$) мало інгібуючий вплив на формування симбіотичного апарату рослин люпину вузьколистого, що в кінцевому результаті зменшувало

кількість біологічно фіксованого азоту досліджуваною культурою. Встановлено, що внесення фосфорно-калійних добрив ($P_{60}K_{90}$) та проведення позакореневих підживлень водорозчинними азотно-фосфорно-калійними добривами з мікроелементами у два строки (перше – у фазі бутонізації, друге – у фазі початку наливання насіння) забезпечувало формування максимальної симбіотичної продуктивності люпину вузьколистого.

В своїх дослідженнях ми перевірили (розрахунковим методом) наскільки люпин вузьколистий здатний забезпечити себе азотом та скільки біологічно фіксованого азоту може залишити у ґрунті. Відомо, що рослини люпину вузьколистого на формування 1 т господарсько цінної і відповідної кількості побічної продукції витрачають $N \approx 68$, $P_2O_5 \approx 19$, $K_2O \approx 42$ кг [5]. Таким чином, для формування фактичного середнього врожаю на контролі (0,6 млн шт./га), рослини люпину вузьколистого сорту Олімп, Переможець та Грозинський 9 - споживають від 44,9 до 106,1 кг/га азоту. На варіантах із нормою висіву 1,2 млн шт./га: у сорту Олімп за сівби в перший строк – кількість фіксованого азоту становить 97,9-122,4 кг/га, в другий – 105,4-129,9 та в третій – 65,3-78,9 кг/га; у сорту Переможець за сівби в перший строк – 89,8-112,2 кг/га, в другий – 96,6-119,0 та в третій – 59,8-72,1 кг/га; у сорту Грозинський 9 за сівби в перший строк – 109,5-136,7 кг/га, в другий – 117,6-145,5 та в третій – 72,8-88,4 кг/га.

Отже, частка симбіотично фіксованого азоту у формуванні фактичного врожаю культури, на цих варіантах, варіює від 70,5-108,1 % – на контролі, до 148,7-229,0 % – у разі застосування моделі технології, яка передбачає висівання 1,2 млн насінин на 1 га з найбільшим його значенням 195,3-229,0 в другий строк сівби.

Виходячи з отриманих розрахункових даних, можна зробити висновок, що люпин вузьколистий здатний частково або в повній мірі залежно від норм, строків і способів сівби, а також внесення різних норм мінеральних добрив у поєднанні з позакореневими підживленнями водорозчинними азотно-фосфорно-калійними добривами з мікроелементами, задовольняти свої потреби в азоті – за рахунок симбіотичної азотфіксації. Отже, можна припустити, що культура люпину вузьколистого не вимагає удобрення азотом на родючих ґрунтах, або за вирощування після удобрених попередників.

Виходячи з даних досліджень можна зробити висновок, що у разі вирощування люпину вузьколистого за моделлю технології, яка передбачає висівання насіння із нормою 0,9 млн на 1 га в другий строк із шириною міжрядь 15 см складаються найбільш сприятливі умови для формування максимальних значень фотосинтетичної

продуктивності посівів, а у разі застосування моделі із нормою висіву 1,2 млн на 1 га – формуються найвищі рівні азотфіксації.

Література

1. Духанин А. А. Удобрительные свойства и роль корневой системы кормового люпина в повышении плодородия песчаных почв Нечерноземной полосы : автореф. дис. на соискание науч. степени доктора с.-х. наук / А. А. Духанин. – М., 1974. – 46 с.
2. Посыпанов Г. С. Методологические аспекты изучения симбиотического аппарата бобовых культур в полевых условиях / Г. С. Посыпанов // Известие ТСХА. – 1983. – Вып. 5. – С. 17–26.
3. Посыпанов Г. С. Основные направления исследований по симбиотической азотфиксации / Г. С. Посыпанов // Известие ТСХА. – 1988. – Вып. 5. – С. 101–110.
4. Ратошнюк В. І. Формування загального та активного симбіотичного потенціалу люпину вузьколистого залежно від елементів технології вирощування / В. І. Ратошнюк // Наук. вісн. НУБіП України. Сер. Агрономія – 2016. – Вип. 235. – С. 109-120.
5. Такунов И. П. Люпин в земледелии России / И. П. Такунов. – Брянск : Придесенье, 1996. – 372 с.
6. Трепачов Е. П. Значение биологического и минерального азота в земледелии СССР / Е. П. Трепачев // Минеральный и биологический азот в земледелии СССР. – М. : Наука, 1985. – С. 27-37, 150-153.
7. Herridge P. F. Crop rotations involving legumes / P. F. Herridge // Nitrogen fixation in legumes. – 1982. – P. 254.