

СИМБІОТИЧНА АЗОТФІКСАЦІЯ БОБОВО-ЗЛАКОВИХ ТРАВСУМІШОК

Карбівська У.М. к.с.-г.н., доцент

ДВНЗ «Прикарпатський національний університет ім. В.Стефаника»

Проаналізовано симбіотичну азотфіксацію бобово-злакових травосумішок за вирощування на дерново-підзолистому ґрунті. Симбіотична фіксація молекулярного азоту атмосфери бульбочковими бактеріями роду *Rhizobium* spp. в симбіозі із рослинами родини бобових (Fabaceae) - унікальне біологічне явище живої природи планетарного значення і є однією з фундаментальних проблем теоретичної біології.

В умовах стаціонарного досліду вивчали симбіотичну азотфіксацію бобових компонентів в залежності від різних злакових травосумішей та удобрення за вирощування на дерново-підзолистому ґрунті.

Вивчення азотфіксуючої властивості багаторічних бобових трав за рахунок вільноіснуючих ризобій показало, що найбільший симбіотичний апарат формує козлятник кавказький, лядвенець рогатий, люцерна посівна, що сприяє накопиченню 450-550 кг/га симбіотичного азоту в рік. Це приводить до підвищення родючості ґрунту і покращенню його фітосанітарного стану. У після укисний період в результаті скидання старих бульбочок формування нових до другого укосу складало 50 % в порівнянні з першим, а їх маса не суттєво збільшилась.

Найбільш активно засвоювався азот з ґрунту на варіанті з лядвенцем рогатим +злаки+P₉₀K₉₀ – 99,3 кг/га, середньо – варіант з люцерною посівною+злаки+P₉₀K₉₀ – 94,2 кг/га, менш активним був козлятник кавказький (87,4 кг/га), що є закономірним і відповідає їх біологічним особливостям

Встановлено, що в середньому за три роки вирощування бобово-злакових травосумішок на дерново-підзолистому ґрунті залишається найбільша кількість азоту (30,6 кг/га) на варіанті з лядвенцем рогатим сорту Аякс + стоколос прибережний сорт Боян + костриця очеретяна сорт Людмила + пирій середній сорт Хорс + P₉₀K₉₀.

Ключові слова: симбіотична азотфіксація, бобово-злакові травосумішки, дерново-підзолистий ґрунт

SYMBIOTIC NITROGEN FIXATION OF BLOOD-EASTERN DRINKS

Karbivska U. M., Cand. Sci. (Agric.), Associate Professor
State Pedagogical University "Precarpathian National University named
after. V. Stefanik

The symbiotic nitrogen fixation of bean-cereal grass mixes for cultivation on sod-podzolic soils is analyzed. Symbiotic fixation of molecular nitrogen of the atmosphere by the tuberous bacteria of the genus *Rhizobium* spp. in symbiosis with plants of the family of legumes (Fabaceae) - a unique biological phenomenon of wildlife of planetary significance and is one of the fundamental problems of theoretical biology.

Under stationary conditions, the symbiotic nitrogen fixation of bean components was studied depending on different cereal grass mixtures and fertilizer for cultivation on sod-podzolic soils.

The study of nitrogen-fixing properties of perennial legume grasses at the expense of free-standing rhizobia has shown that the largest symbiotic device forms a goat's Caucasian gooseberry, alfalfa seedlings, which contributes to the accumulation of 450-550 kg / ha of symbiotic nitrogen per year. This leads to an increase in soil fertility and improvement of its phytosanitary condition. In the aftermath of the lethal period, as a result of the resetting of the old tubers, the formation of the new to the second slope was 50% compared to the first, and their mass did not significantly increase.

The most actively absorbed was nitrogen from the soil in the variant with the horned grass + cereals + P₉₀K₉₀ - 99.3 kg / ha, medium variant with alfalfa + cereals + P₉₀K₉₀ - 94.2 kg/ha, less active Caucasian goat (87.4 kg / ha), which is logical and corresponds to their biological peculiarities.

It has been established that on average for three years growing of bean-cereal grass mixes on sod-podzolic soils, the largest amount of nitrogen (30.6 kg / ha) is left in the variant with the Ajax breed Astra + Stokholz coastal type Boyan + bonnet of reed type Lyudmila + Piraeus average Horse + P₉₀K₉₀.

Key words: symbiotic nitrogen fixation, bean-cereal grass mix, sod-podzolic soil.

Постановка проблеми. Для підвищення продуктивності кормових угідь у кормовиробництві важлива роль належить біологічному джерелу азоту. Це досягається шляхом створення бобово-злакових травостоїв. На накопичення біологічного азоту впливає дольова участь бобового компоненту агроценозу. Біологічний і фіксований азот бобових трав залежить від активності бульбочкових бактерій та продуктивності симбіозу. Чим активніше працюють бульбочкові бактерії тим вищий ефект азотфіксації. Біологічний азот підвищує продуктивність рослин, родючість ґрунту і є найбільш екологічно чистим та економічно вигідним джерелом живлення.[1,2].

Багаторічні бобові трави у складі змішаних травостоїв здатні щороку поставляти в кормову частину продукції до 60-120 кг/га азоту [3]. З багаторічних бобових трав виділяється лядвенець рогатий, який є добрим азотфіксатором на кислих ґрунтах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Симбіотична фіксація молекулярного азоту атмосфери бульбочковими бактеріями роду *Rhizobium* spp. в симбіозі із рослинами родини бобових (Fabaceae) - унікальне біологічне явище живої природи планетарного значення і є однією з фундаментальних проблем теоретичної біології.

Симбіотична азотфіксація – надзвичайно важливий процес взаємодії мікроорганізмів і вищих рослин. Здатність до симбіотичної азотфіксації виявлена більш ніж у 90 % вивчених у даному відношенні видів бобових рослин [4]. Як вказує В.П. Патика в останні десятиліття відбувся значний прогрес в області біологічної азотфіксації, пов'язаний з розробленням інструментальних методів, що дозволяють здійснювати комплексні дослідження, які охоплюють різні рівні організації та функціонування рослинно-мікробних систем – генетичний, молекулярний, клітинний, організмівий, системний. При цьому нові методи молекулярної біології, біотехнології, генетичної інженерії поряд із класичними методами мікробіології, фізіології рослин, генетики й агрохімії дозволяють вирішувати фундаментальні питання, що стосуються виявлення особливостей

формування та функціонування фітобактеріальних систем різної ефективності. Симбіотична азотфіксація забезпечує рослини екологічно чистим азотом і не викликає негативних екологічних наслідків. Роль біологічного азоту для росту сільськогосподарських культур постійно і різко зростає, тому що не всі країни у змозі повністю забезпечити свої потреби у зв'язаному азоті для отримання оптимального врожаю, а парадокс полягає в тому, що всі без винятку живі організми планети Земля, в тому числі й рослини, постійно потребуючи доступних форм азоту і не маючи способів його резервування, знаходяться в «океані» молекулярного азоту [4].

Постановка завдання. Завданням наших досліджень було визначити динаміку формування і активності симбіотичного апарату багаторічних бобових трав в бобово-злакових травосумішках.

Виклад основного матеріалу. В умовах стаціонарного дослідження вивчали симбіотичну азотфіксацію бобових компонентів в залежності від різних злакових травосумішей та удобрення за вирощування на дерново-підзолистому ґрунті.

Стаціонарний дослід закладено на дерново-підзолистому поверхнево оглеєному ґрунті навесні 2015 р. у дендрологічному парку «Дружба» ДВНЗ «Прикарпатського національного університету» (Тисменецький р-н Івано-Франківської області).

В орному шарі ґрунту дослідного полігону містилось 2,4% гумусу, з глибиною відсоток його різко зменшувався і в шарі ґрунту 20-30 см становив 1,5%. Реакція ґрунту сильно кисла та кисла (рН сольової витяжки 4,4-4,8), гідролітична кислотність – 5,8-6,0 мг.-екв. на 100г ґрунту. Кількість увібраного кальцію в ґрунтах становила 6,3 мг.-екв., магнію 2,5 мг.-екв. на 100 г ґрунту, що вказує на низьку насиченість основами. У зв'язку з низьким вмістом гумусу ці ґрунти бідні на азот, а кисла реакція пригнічує процеси нітрифікації. Тому нагромадження доступних для рослин форм азоту проходить повільно. Вміст рухомих сполук фосфору тут становить 78,0 мг і обмінного калію 60,0 мг на 100 г ґрунту.

У дослідженнях передбачалось вивчення взаємодії двох факторів: А-травосуміші, В – добрива (табл.1.).

Таблиця 1.

Схема досліду

Фактор А	Фактор В
Конюшина лучна + костриця червона + стоколос безостий + пажитниця багаторічна	Без добрив
	P ₆₀ K ₆₀
	P ₉₀ K ₉₀
Люцерна посівна + злаки	Без добрив
	P ₆₀ K ₆₀
	P ₉₀ K ₉₀
Лядвенець рогатий + злаки	Без добрив
	P ₆₀ K ₆₀
	P ₉₀ K ₉₀
Козлятник кавказький + злаки	Без добрив
	P ₆₀ K ₆₀
	P ₉₀ K ₉₀
Конюшина лучна + стоколос прибережний + костриця очеретяна + пирій середній	Без добрив
	P ₆₀ K ₆₀
	P ₉₀ K ₉₀
Люцерна посівна + злаки	Без добрив
	P ₆₀ K ₆₀
	P ₉₀ K ₉₀
Лядвенець рогатий + злаки	Без добрив
	P ₆₀ K ₆₀
	P ₉₀ K ₉₀
Козлятник кавказький + злаки	Без добрив
	P ₆₀ K ₆₀
	P ₉₀ K ₉₀

Дослід закладався у 3-х кратній повторності, де використовували три рівні удобрення: контроль (без добрив), P₆₀K₆₀, і P₉₀K₉₀.

Висівали такі сорти бобових та злакових трав: конюшина лучна – Анітра, люцерна посівна – Синюха, лядвенець рогатий – Аякс, козлятник кавказький сорт Бранець, костриця червона – Айра, стоколос безостий – Марс, пажитниця багаторічна – Обрій, стоколос прибережний – Боян, стоколос безостий – Марс та пирій середній сорт Хорс. Всі сорти виведені в

Інституті кормів та сільського господарства Поділля НААН. Методика обліків, спостережень і обробка даних загальноприйнята [4].

Погодні умови протягом років досліджень в основному були сприятливими для росту і формування врожаю трав.

Вивчаючи динаміку бульбочкоутворення, було відмічено, що кількість ризобіальних наростів у досліджуваних рослин зростала протягом усього вегетаційного періоду. У фазу першого листка при утворенні кореневих волосків на коріннях утворюються бульбочки, які мають приблизно таку ж величину, як і насіння відповідних культур. Симбіотичний апарат досліджуваних рослин досягнув максимального розвитку у фазу бутонізації – початок цвітіння (табл. 2.). У після укісний період в результаті скидання старих бульбочок формування нових до другого укосу складало 50 % в порівнянні з першим, а їх маса не суттєво збільшилась.

Таблиця 2

Симбіотична азотфіксація в фазу цвітіння багаторічних бобових рослин

Культура	К-ть бульбочок на 1 рослині, шт.	Маса сухих бульбочок з 1 рослини, г.	Маса 1 бульбочки, мг.	Загальна к-ть азоту кг/га в год.	Залишок азоту в ґрунті, кг/га
Конюшина лучна	39	15,8	0,25	236	84
Люцерна посівна	25	13,7	0,21	326	119
Лядвенець рогатий	37	17,5	0,26	432	159
Козлятник кавказький	33	16,8	0,34	547	188

Ефективність процесів фіксації азоту атмосферного повітря залежала від наявності бульбочкових бактерій і біологічних особливостей бобових рослин. Аналізуючи, отримані дані ми показали границі фіксації азоту з атмосфери бобовими рослинами [1].

Нами відмічено на коренях лядвенцю рогатого ризобії люцерни. На рослинах утворюються маленькі бульбочки, тоді як специфічні бактерії утворюють великі, часто складно розгалужені бульбочки. Чим менші бульбочки, тим вони мають більшу азотфіксуючу властивість. Особливо це виражено у рослин лядвенцю рогатого. Це свідчить про неординарність спонтанних популяцій ризобій по властивості засвоювати атмосферний азот, навіть на близько розташованих ділянках посівів.

Кореневі залишки – енергетичний матеріал для ґрунтової мікрофлори, ентомофаги і фізико-хімічних реакцій в ґрунті. Найбільшу кількість органічної речовини залишають в ґрунті козлятник кавказький та люцерна посівна. Високий коефіцієнт кореляції спостерігається між масою коренів і площею листків у козлятнику кавказького, лядвенцю рогатого та люцерни посівної (табл.3.).

Таблиця 3

Коефіцієнти парної кореляції незалежних перемінних, багаторічних бобових рослин (ср. 2015-2018 рр.)

Показники	Коефіцієнт кореляції			
	Конюшина лучна	Люцерна посівна	Лядвенець рогатий	Козлятник кавказький
Маса коренів – маса бульбочок, всього	0,47	0,41	0,57	0,54
Маса коренів – маса маленьких бульбочок	0,72	0,80	0,68	0,97
Маса коренів – площа листків	0,71	0,82	0,88	0,87
Площа листків – маса маленьких бульбочок	0,70	0,40	0,54	0,99

На основі встановлених регресійних рівнянь вираховані коефіцієнти листової поверхні для абсолютно сухих листків перерахованих культур. При спонтанній інокуляції бобових культур не знайдено значних взаємозв'язків між розвитком симбіотичного апарату, габітусом надземної маси і масою коренів рослин. Значний кореляційний зв'язок відмічений між масою коренів одної рослини і масою листків ($r = 0,6 \dots 0,7$). Відмічено значний зворотній зв'язок між масою листків і масою однієї бульбочки, яка свідчить про високу активність маленьких бульбочок. Встановлений зв'язок урожайності багаторічних трав в залежності від фотосинтетичного потенціалу посіву [1]. Дана залежність характеризувалась наступним рівнянням регресії:

$$Y = 2,60X + 2,45;$$

$$Y_x = 0,95 + 0,07;$$

$$R_x = 0,91 + 0,06;$$

$$X = 2,1 - 2,91 \text{ млн. м}^2/\text{добу/га}$$

Дане рівняння може бути використано для програмування врожаю біомаси багаторічних бобових трав.

Вивчення азотфіксуючої властивості багаторічних бобових трав за рахунок вільноіснуючих ризобій показало, що найбільший симбіотичний апарат формує козлятник кавказький, лядвенець рогатий, люцерна посівна, що сприяє накопиченню 450-550 кг/га симбіотичного азоту в рік. Це приводить до підвищенню родючості ґрунту і покращенню його фітосанітарного стану.

Основним граничнодопустимим фактором симбіотичної азот фіксації бобових трав в умовах дерново-підзолистого ґрунту є підвищена кислотність (рН 4,4-4,8), в цих умовах бульбочкові бактерії слабо фіксують азот повітря, так як більшість бобових рослин по ефективності симбіозу в залежності від кислотності ґрунту відносяться до групи в якій активний симбіоз протікає при рН від 5,1-7,0 (Посипанов, 1997). Найбільш активно засвоювався азот з ґрунту на варіанті з лядвенцем рогатим +злаки+P₉₀K₉₀ – 99,3 кг/га, середньо – варіант з люцерною посівною+злаки+P₉₀K₉₀ – 94,2 кг/га, менш активним був

козлятник кавказький (87,4 кг/га), що є закономірним і відповідає їх біологічним особливостям (табл.4).

Таблиця 4.

Залежність азотфіксації бобово-злакових травостоїв від видів бобових трав

№ п/п	Варіант дослідю	Урожайність, т/га	В тому числі бобового компоненту, т/га	Вміст протеїну, кг/т СР	Вміст азоту, кг/т СР	Втрати азоту з урожаєм, кг/га	В тому числі за рахунок біологічної фіксації азоту, кг/га
1	Конюшина лучна + злаки (без добрив)	4,2	1,2	76,4	12,3	89,1	14,8
2	Конюшина лучна + злаки + P ₆₀ K ₆₀	4,3	1,3	78,3	12,7	90,8	16,5
3	Конюшина лучна + злаки + P ₉₀ K ₉₀	4,4	1,4	80,1	13,1	92,5	18,3
4	Люцерна посівна + злаки (без добрив)	4,3	1,3	88,2	14,2	90,8	18,5
5	Люцерна посівна + злаки + P ₆₀ K ₆₀	4,4	1,4	90,2	14,5	92,5	20,3
6	Люцерна посівна + злаки + P ₉₀ K ₉₀	4,5	1,5	92,3	14,9	94,2	22,4
7	Лядвенець рогатий + злаки (без добрив)	4,6	1,6	100,7	16,2	95,2	25,9
8	Лядвенець рогатий + злаки + P ₉₀ K ₉₀	4,7	1,7	102,9	16,6	97,6	28,2
9	Лядвенець рогатий + злаки + P ₉₀ K ₉₀	4,8	1,8	105,1	17,0	99,3	30,6
10	Козлятник кавказький + злаки (без добрив)	4,0	1,0	55,2	8,9	89,7	8,9
11	Козлятник кавказький + злаки + P ₉₀ K ₉₀	4,0	1,0	55,2	8,9	89,7	8,9
12	Козлятник кавказький + злаки + P ₉₀ K ₉₀	4,1	1,1	56,6	9,1	87,4	10,0

У середньому за роки досліджень найбільша кількість азоту (30,6 кг/га) спостерігалась на варіанті з лядвенцем рогатим + стоколос прибережний + костриця очеретяна + пирій середній + P₉₀K₉₀.

Висновки. Із досліджуваних факторів на формування величини активного симбіотичного потенціалу позитивний вплив мало застосування фосфорно-калійних добрив.

Найбільшу кількість *(25,9 – 30,6 кг/га) біологічно фіксованого азоту атмосфери, фіксували рослини лядвенцю рогатого, менш активними були рослини люцерни посівної (18,5 кг/га).

Бібліографічний список

1. Абдушаева Я.М., Николаева Т.А., Карбивская У.М. Особенности формирования симбиотического аппарата многолетних бобовых трав в условиях Новгородской области /Материалы II международной научно-практической конференции «Наука, бизнес, власть – триада регионального развития: сборник статей» // отв.ред.: д-р экон. наук Л.А.Киркорова, д-р экон. наук Р.А.Тимофеева. – Спб.: ГНИИ «НАЦРАЗВИТИЕ», 2017. – С.8-12.

2. Карбивская У.М., Самойленко В.А. Азотный баланс злаковых и бобово-злаковых травостоев / Международная конференция. Дагомыс, 2001. – С.59-60.

3. Векленко Ю.А., Корнійчук О.В., Ковтун К.П. та ін.. Сучасні системи ведення лукопасовищного господарства в Україні. Київ: Аграрна наука, 2013. – 32 с.

4. Патика В.П. Біологічний азот: монографія / від. за ред.. В.П. Патика. – Київ. Світ, 2003. – 424 с.

5. Бабич А.О. Методика проведення дослідів по кормовиробництву. – Вінниця, 1994. – 88 с.

Bibliographic list

1. Abdushayeva Ya.M., Nikolaeva T.A., Karbivskaya U.M. Features of the formation of the symbiotic apparatus of perennial legumes in the conditions of the Novgorod region. Materials of the 2nd international scientific and practical

conference "Science, business, power - the triad of regional development: a collection of articles" / / ov.red .: Dr. ekon. Sciences L.A.Kirkorov, Dr. Econ. Sciences R. A. Timofeev. - Spb .: GNII "NATION DEVELOPMENT", 2017. - P.8-12.

2. Karbivskaya U.M., Samoilenko V.A. Nitrogen balance of cereals and bean-and-cereal grasses / International conference. Dagomys, 2001. - pp. 59-60.

3. Veklenko Yu.A., Korniychuk O.V., Kovtun K.P. etc. Modern systems of management of the grassland economy in Ukraine. Kyiv: Agrarian Science, 2013. - 32 p.

4. Patty V.P. Biological nitrogen: monograph / from. for ed. V.P. Jack. - Kyiv. World, 2003. - 424 pp.

5. Babich A.O. Methodology of experiments on fodder production. - Vinnitsa, 1994. - 88 p.