

УДК 631.847.21

## АКТИВНІСТЬ НЕСИМБІОТИЧНОЇ АЗОТФІКСАЦІЇ У ҐРУНТІ ЛУЧНИХ ЦЕНОЗІВ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

З. Гамкало

*Львівський національний університет імені Івана Франка,  
вул. Дорошенка, 41, м. Львів, 79 000, Україна*

Досліджено потенційну активність несимбіотичної азотфіксації у темно-сірому лісовому ґрунті старосіяних травостанів. Застосування мінерального удобрення ( $P_{90}K_{120}$  і  $N_{240}P_{90}K_{120}$ ) зменшує активність несимбіотичної азотфіксації едафотопу лучних ценозів.

*Ключові слова:* несимбіотична азотфіксація, мінеральні добрива, агрогеофітоценози.

Несимбіотичні азотфіксатори – це комплекс вільноіснуючих та асоціативних мікроорганізмів, життєдіяльність яких пов'язана з кореневою системою рослин, водоростями і ціанобактеріями. Вільноіснуючі азотфіксатори трапляються серед хемотрофів і фототрофів, аеробів і анаеробів [1]. Відомо близько 130 родів вільноіснуючих бактерій-азотфіксаторів і понад 100 таксонів синьозелених водоростей. Для життєдіяльності вільноіснуючих азотфіксаторів важливе значення мають рослинні організми. Зокрема, бобові можуть у 10-100 разів збільшувати в ризосфері кількість клітин анаеробів із роду клостридій, що пов'язано із виділеннями їхньої кореневої системи.

В. Кудеяров [3] з'ясував, що для різних ґрунтових зон рівень несимбіотичної азотфіксації коливається в межах  $30-40 \text{ кг} \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{рік}^{-1}$ . Подібні дані отримали співробітники Ротамстедської станції в Англії [7].

Мікроорганізми у разі надходження до ґрунту нітрогенних добрив сповільнюють процес фіксації атмосферного азоту і для побудови своїх тіл використовують мінеральні форми цього елемента. Виявлено [2, 6, 9], що надходження понад  $60-120 \text{ кг} \cdot \text{га}^{-1}$  нітрогенних добрив пригнічує несимбіотичну азотфіксацію у ґрунті. Проте в досліді Ротамстедської дослідної станції довготривале застосування нітрогенних добрив у дозі  $144 \text{ кг} \cdot \text{га}^{-1}$  посилювало азотфіксацію від  $34,5-35,7$  (варіант РК) до  $47,6 \text{ кг} \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{рік}^{-1}$  [8]. Щорічне внесення  $120 \text{ кг}$  нітрогенних добрив до сірого лісового ґрунту супроводжувалося надходженням  $107 \text{ кг} \cdot \text{га}^{-1}$  несимбіотичного N, що було на  $30 \text{ кг} \cdot \text{га}^{-1}$  більше, ніж у варіанті РК [3]. Можливо, що вплив Нітрогену мінеральних добрив на несимбіотичну азотфіксацію залежить від співвідношення  $C_{\text{опр}} \cdot N_{\text{мін}}_{\text{мін}}$  у ґрунті, яке визначає спрямованість масового потоку додатково внесеного  $N_{\text{мін}}$  у процес мікробної чи рослинної іммобілізації.

Розходження результатів досліджень впливу нітрогенних добрив на інтенсивність несимбіотичної азотфіксації пояснюють також різними підходами до оцінювання активності нітрогенази – ферменту процесу азотфіксації. Як звичайно, нітрогеназна активність інгібується у ранні терміни внесення нітрогенних добрив, тоді як

продуктивніша азотфіксація відбувається у другій половині вегетаційного періоду, коли вміст мінеральних форм Нітрогену в ґрунті зменшується до мінімуму, а нагромаджена коренева маса починає відмирати і стає додатковим джерелом енергії для ґрунтових мікроорганізмів [3].

На наш погляд, реакція азотфіксаторів на надходження нітрогенних добрив залежить від вмісту біологічно доступних форм Нітрогену в ґрунті та енергетичного забезпечення гетеротрофної біоти. У разі порушення співвідношення  $C_{орг}:N_{min}$ , відбуватиметься посилення або послаблення біологічної фіксації молекулярного азоту. З огляду на це активізація процесів біологічної азотфіксації на фоні надходження нітрогенних добрив свідчить про дефіцит біологічно доступних форм Нітрогену в ґрунті.

Дослідження виконані на агроекологічному полігоні, організованому на базі довготривалого польового стаціонарного досліді Інституту землеробства і тваринництва західного регіону. Найвний травостій створений шляхом перезалуження в 1980 р. Ґрунт травостанів темно-сірий, опідзолений легкосуглинковий. Для досліджень вибрані найбільше агроекологічно інформативні чотири варіанти досліді: варіант 1(0) – без удобрення, варіант 2 (PK) –  $P_{90}K_{120}$ , варіант 3 ( $N_1PK$ ) –  $P_{90}K_{120} N_{240 (60+60+60)}$  і варіант 4 ( $N_2PK$ ) –  $P_{90}K_{120} N_{240 (0+30+90+120)}$ . Мінеральні добрива вносили у вигляді суперфосфату, калійної солі й амонійної селітри. Потенційна активність азотфіксації визначена ацетиленовим методом за допомогою газорідинної хроматографії [1]. Розрахунок активності азотфіксації виконано на підставі того, що співвідношення між кількістю утвореного етилену і відповідною кількістю азоту становить 3:1, тобто результат, отриманий для етилену ділили на 3, щоб отримати значення фіксації азоту. Потенційну активність азотфіксації виражено у міліграмах фіксованого азоту на кілограм ґрунту за годину (мг/кг/год).

Активність азотфіксації ( $10^{-3}$  мгN·кг<sup>-1</sup>·год<sup>-1</sup>) за профілем темно-сірого лісового ґрунту травостанів залежно від удобрення і сезону року

Варіанти	Глибина шару, см	M±m	
		травень	липень
Контроль (без добрив)	0-10	1,44±0,03	28,13±4,95
	10-20	-	38,93±4,24
	20-40	0,51±0,12	-
	40-60	0,32±0,12	-
$P_{90}K_{120}$	0-10	1,25±0,08	11,48±2,06
	10-20	-	37,43±5,54
	20-40	0,14±0,01	-
	40-60	0,05±0,00	-
$N_{240 (60+60+60)}$ $P_{90}K_{120}$	0-10	1,62±0,17	20,78±4,10
	10-20	-	23,34±2,21
	20-40	1,40±0,14	-
	40-60	0,20±0,04	-
$N_{240 (0+30+90+120)}$ $P_{90}K_{120}$	0-10	3,78±0,12	12,97±2,30
	10-20	-	25,09±3,77
	20-40	0,96±0,16	-
	40-60	0,29±0,10	-

Примітка. Температура ґрунту на глибинах 0–20 і 20–40 см була такою, °C: 15.05.92 – 14,1 і 11,9, 7.07.92 – 19,7 і 18,0.

Як видно з результатів досліджень (див. таблицю), найбільша здатність до несимбіотичної азотфіксації у контрольному, тривало не удобрюваному ґрунті характерна для верхніх кореневмісних шарів ґрунту, причому в шарі 10–20 см потенціал азотфіксації у 1,4 раза вищий, ніж у шарі 0–10 см, що пояснюють сприятливішою для азотфіксації кисневою ситуацією.

Тривале застосування фосфорно-калійних добрив, яке зумовило збільшення частки бобових у травостані від 9,4 до 31,3 % у першому циклі скошування і від 30,0 до 36,2 % – у третьому [4], призвело до зменшення потенціалу несимбіотичної азотфіксації у шарі 0–10 см на 14% навесні і на 59% улітку, тоді як у шарі 10–20 см цих змін не відбулося.

Регулярне тривале застосування нітрогенних добрив на фоні РК порівняно з контролем зумовило зменшення влітку потенційної здатності ґрунту до азотфіксації. Залежно від способу застосування нітрогенних добрив потенціал азотфіксації у шарі ґрунту 0–10 см зменшився на 27–55% , а в шарі 10–20 см – на 36–41%.

Навесні максимальна здатність до несимбіотичної фіксації виявлена у верхньому шарі ґрунту, який збагачували нітратом амонію. Зокрема, на час досліджень була внесена мінімальна доза N – 30 кг·га<sup>-1</sup>, яка не забезпечувала потреби рослин у цьому елементі живлення, що підтверджено різким зменшенням продуктивності травостану в цей період (у 1,4–1,5 раза) порівняно з рівномірним способом розподілу нітрогенних добрив, коли вносили 60 кг·га<sup>-1</sup>N. Можливо, що дефіцит біологічно доступних форм Нітрогену у весняний період зумовив компенсаторне посилення процесів біологічної азотфіксації. Влітку, коли на цьому варіанті травостану внесли 90 кг/га N, простежено зворотний ефект – у шарі ґрунту 0–10 см азотфіксувальна здатність була на 38% меншою, ніж у варіанті, де внесли 60 кг·га<sup>-1</sup> N і в 2,2 раза меншою порівняно з контролем.

Послаблення процесу несимбіотичної азотфіксації під впливом мінеральних добрив не варто пов'язувати тільки зі специфічним інгібуванням процесу азотфіксації Нітрогеном, оскільки за цих умов удобрення зменшувались також інші показники біологічної активності ґрунту [5].

За цих умов нітрогенного удобрення травостанів відбувається повна елімінація бобових культур, які забезпечують симбіотичну фіксацію N. Регулярне надходження до ґрунту N<sub>min.</sub> у дозі 240 кг протягом вегетаційного періоду цілком блокує діяльність бульбочкових бактерій і унеможливає ріст конюшини. Несимбіотичні азотфіксатори є стійкішими до дії N<sub>min.</sub>, оскільки представлені досить широким спектром аеробних та анаеробних мікроорганізмів, і фіксація молекулярного азоту для них не є обов'язковим процесом, а за наявності мінеральних або органічних форм N вони засвоюють їх [1].

Отже, застосування мінерального удобрення старосіяних травостанів зменшує здатність ґрунту до несимбіотичної азотфіксації. Зокрема, тривале фосфорно-калійне удобрення (P<sub>90</sub>K<sub>120</sub>) пригнічує активність тільки верхнього шару ґрунту травостану – дернини, а застосування 240 (60+60+60+60) кг/га N на фоні РК, особливо влітку, пригнічує активність діазотрофів у шарах ґрунту 0-10 і 10-20 см. В удобрюваних N травостанах збільшується товщина азотфіксувального шару ґрунту до глибини 40 см порівняно з контролем і особливо варіантом РК, що можна пояснити ліпшим розвитком кореневої системи трав.

1. *Бабьева И.П., Зенова Г.М.* Биология почв. – М.: Изд-во Москов. ун-та, 1989. – 335 с.
2. *Домрачёва Л.И., Маркова Г.И.* Влияние различных доз азотных удобрений на альгофлору дерново-подзолистой почвы // Тез. VII съезда Всесоюз. микробиол. о-ва “Достижения микробиологии – практике”. – Алма-Ата: Наука, 1985. – Т.7. – С. 21.
3. *Кудеяров В.Н.* Цикл азота в почве и эффективность удобрений. – М.: Наука, 1989. – 215 с.
4. *Ярмолюк М.Т.* Агроекологічні основи створення і використання культурних пасовищ у західному регіоні України. – Оброшино, 2001. – 247 с.
5. *Цимбалюк В.М.* Агротехнічне обґрунтування технологічних заходів інтенсивного використання старосіяних травостоїв в умовах західного Лісостепу України: Автореф. дис. ... канд. с-г. наук.– Вінниця: Вісн. аграр. ун-ту, 2001. – 20 с.
6. *App A.A., Watanabe I., Ventura T.S., Bravo M., Jurey C.D.* The effect of cultivated and wild rice varieties on the nitrogen balance of flooded soil // Soil Sci. – 1986.– Vol.141. – N 6. – P. 448-451.
7. *Powlson D.S., Pruden G., Johnston A.E., Jenkinson D.S.* The nitrogen cycle in the Broadbalk Wheat Experiment recovery and losses of  $^{15}\text{N}$ - labeled fertilizer applied in spring and inputs of nitrogen from the atmosphere // J. Agr. Sci. – 1986. – Vol.107. – N.4. – P. 591-609.
8. *Powlson D.S., Jenkinson D.S.* Non-fertilizer inputs of nitrogen to arable and grassland systems // Advances in nitrogen cycling in agricultural ecosystems: Intern. Symp. Brisbane (Austral.), 1987. – P. 59-61.
9. *Watanabe I., Crasswall E.T., App A.A.* Nitrogen cycling in wetland rice fields in South-East and East Asia // Nitrogen cycling in South-East Asian Wet monsoonal ecosystems. – Canberra: Austral. Acad. Sci, 1981. – P. 4-17.

#### ACTIVITY OF A NON SYMBIOTIC AZOTFIXATION IN SOIL MEADOW CENOSISES OF WESTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE

**Z. Hamkalo**

*Ivan Franko National University of Lviv,  
Doroshenko Str., 41, UA – 79 000 Lviv, Ukraine*

Potential activity of a non symbiotic azotfixation in dark-grey forest soil of old-sown herbosa is studied. Usage of mineral fertilizer ( $\text{P}_{90}\text{K}_{120}$  and  $\text{N}_{240}\text{P}_{90}\text{K}_{120}$ ) inhibits activity of non symbiotic azotfixation of edaphotope of meadow cenosises.

*Key words:* non symbiotic azotfixation, agrogeophytocenoses, mineral fertilizers.

Стаття надійшла до редколегії 27.02.2004  
Прийнята до друку 18.03.2004