

УДК 631.427/579.64

## БІОЛОГІЧНА ТРАНСФОРМАЦІЯ АЗОТУ В АГРОЦЕНОЗАХ КАРТОПЛІ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУЛЬТУРИ ЗА ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

**В. В. Волкогон, С. Б. Дімова, К. І. Волкогон, В. П. Горбань, М. А. Журба,  
Н. П. Штанько, Н. В. Луценко, Т. Ю. Британ**

Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН  
вул. Шевченка, 97; м. Чернігів, 14027, Україна; e-mail: rifam@ukrpost.ua

*Досліджено вплив органічних добрив (гній ВРХ та люпиновий сидерат), а також мікробного препарату Біограну на перебіг активності процесів азотфіксації та емісії  $N_2O$  в ризосферному ґрунті рослин картоплі, урожайність культури та якість продукції. Застосування гною стимулює активність азотфіксації, але, разом з тим, супроводжується значними втратами газоподібних сполук азоту. Ефективність Біограну по цьому агрофону значною мірою нівелюється. Люпиновий сидерат стимулює нітрогеназну активність, особливо за поєднання з біопрепаратом. При цьому спостерігається тенденція до зменшення емісії закису азоту. Органічні добрива сприяли достовірному приросту урожайності картоплі. Біогран забезпечував приріст продуктивності лише по фоні зеленого добрива. Водночас, мікробний препарат забезпечив покращення якісних параметрів продукції по всіх досліджених агрофонах.*

Ключові слова: органічне землеробство, гній, сидерати, мікробні препарати, картопля.

Сьогодні в багатьох країнах відбувається активний перехід до екологічно спрямованого ведення сільського господарства, в т. ч. органічного. Стримуючим при цьому є обмежені можливості інтенсифікації живлення культурних рослин через високі вимоги законодавства щодо гігієнічної чистоти продукції. Серед сполук основних елементів живлення рослин за органічного виробництва сільськогосподарської продукції особливо турбує азот, оскільки використання азотних мінеральних добрив при цьому заборонено. У зв'язку з цим актуальним є оптимізація процесів біологічної трансформації азоту в агроценозах, яка передбачає збільшення надходження «біологічного» азоту в рослини та ґрунти, а також зменшення втрат його газоподібних сполук.

Метою представленої роботи є дослідження спрямованості процесів біологічної трансформації азоту за «органічного» вирощування картоплі, а також впливу чинників

їх оптимізації на продуктивність культури.

**Матеріали й методи.** Дослідження проводили у 2012–2015 рр. в умовах стаціонарного польового дослідження Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН на чорноземі вилуженому (рНсол. — 5,30; вміст гумусу — 3,03; азоту легкогідролізованого — 95,2 мг/кг; фосфору — 226 мг/кг; обмінного калію — 108 мг/кг ґрунту). У досліді вирощували картоплю сорту Беллароза. Випробовували такі варіанти удобрення: без добрив; внесення 40 т/га підстилкового гною великої рогатої худоби (ВРХ); проміжний сидерат — люпин вузьколистий.

Гній і сидеральну масу заробляли в ґрунт з осені.

Крім органічних добрив, схема досліду передбачала також використання Біограну (ТУ У 24.1-00497360-006:2009), біологічного препарату поліфункціонального типу дії, у якому бактеріальний компонент (*Azospirillum*

*brasiliense* 410) іммобілізовано в біогумусі (продукт вермикомпостування гною). Препарат стимулює ріст та розвиток рослин, сприяє підвищенню активності азотфіксації в кореневій зоні, поліпшує фосфорне живлення рослин.

Розміщення ділянок у досліді рендомізоване. Площа однієї ділянки — 86 м<sup>2</sup>. Повторність — чотирикратна.

У досліді в динаміці визначали потенційну активність азотфіксації та потенційну емісію N<sub>2</sub>O в ризосферному ґрунті рослин, проводили облік урожаю, досліджували якісні параметри продукції.

Потенційну активність азотфіксації визначали ацетиленовим методом за додавання до наважки (5 г) розчину глюкози [1]. Газові проби аналізували на газовому хроматографі «Сhrom-4» з полум'яно-іонізаційним детектором. Сорбційні колонки зі сталі заповнювали сорбентом Paropak Q 60–80 mesh. Температура термостату 40 °С. Витрата газів: водню — 15 см<sup>3</sup>/хв., азоту — 100 см<sup>3</sup>/хв., повітря — 500 см<sup>3</sup>/хв.

Потенційну активність денітрифікації в ризосферному ґрунті рослин картоплі визначали ацетиленовим методом при додаванні до наважки (5 г) розчину глюкози та нітрату калію [2]. Проби аналізували на газовому хроматографі «Цвет-500 М» з детектором теплопровідності (струм мосту 200 мА) на

колонці з сорбентом Paropak Q 60–80 mesh. Температура колонок — 25 °С, детектора — 40 °С, витрата газу (гелію) — 20 мл/хв.

Облік урожаю здійснювали подільською, вручну.

При дослідженні якості одержаної в дослідах продукції вміст нітратів у бульбах визначали потенціометричним методом [3], вміст крохмалю — за методом Еверса [4], вміст аскорбінової кислоти — методом, що базується на редуруючих властивостях вітаміну С [5].

Статистичну обробку експериментальних даних виконували за Доспеховим [6]. Для проведення дисперсійного аналізу використовували комп'ютерну програму Microsoft Office Excel 2003–2007.

**Результати та їх обговорення.** Визначення активності азотфіксації ризосферного ґрунту рослин картоплі свідчить про її зростання за внесення гною. Нітрогеназна активність також збільшується і за внесення в ґрунт сидеральної маси, але меншою мірою, ніж це має місце за використання підстилкового гною (рис. 1).

Застосування мікробного препарату Біограну сприяє зростанню активності азотфіксації у варіанті без добрив і, особливо, по фоні зеленого добрива. Використання Біограну по фоні 40 т/га гною практично не змінює активність діазотрофів. Така особли-

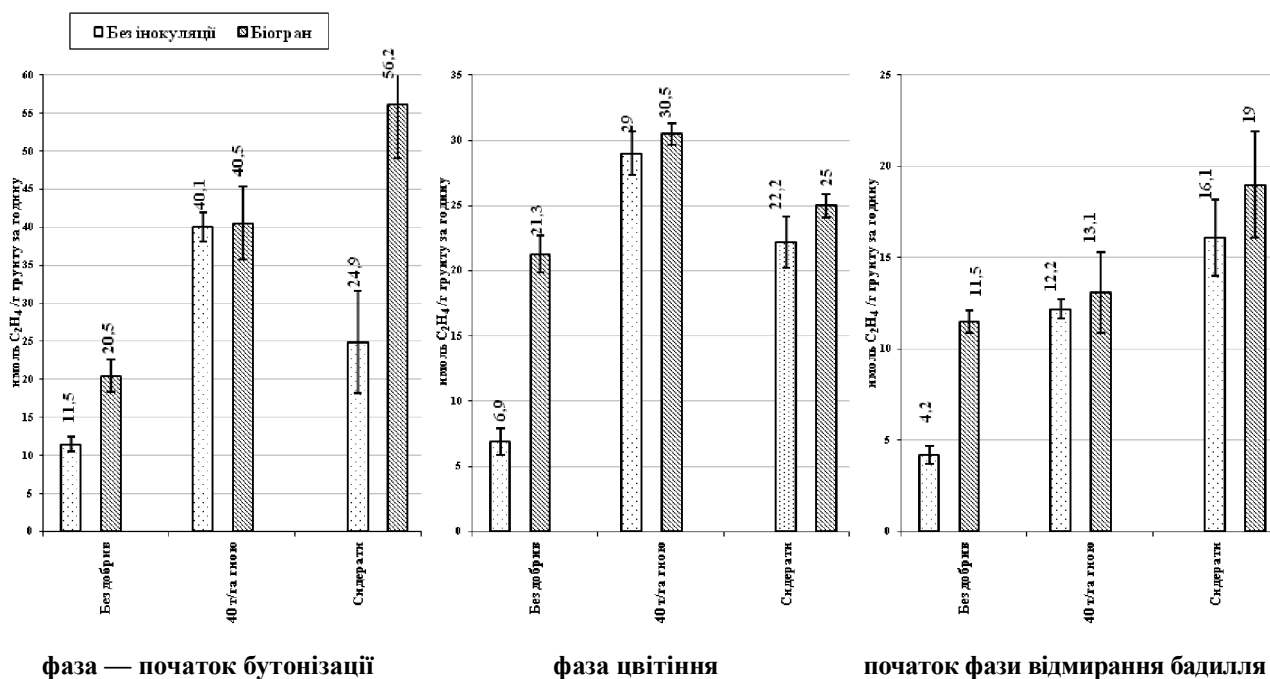


Рис. 1. Вплив бактеризації та добрив на нітрогеназну активність ризосферного ґрунту рослин картоплі.

вість, на наш погляд, пояснюється тим, що з гноєм до ґрунту надходить величезна кількість мікроорганізмів (у т. ч. й азотфіксуювальних бактерій), про що зазначав ще наприкінці XIX ст. В. В. Докучаєв. Це створює потужний «фільтр» мікроорганізмів, за якого ефективність інтродукованої бактерії нівелюється.

У той же час, стрімке зростання азотфіксувальної активності за поєднання Біограну з сидератом можна пояснити тим, що інтродуковані в агроценоз бактерії можуть використовувати вуглець сидеральної маси, яка, на відміну від гною, практично не контамінована мікроорганізмами.

У зв'язку з тим, що активність азотфіксації є своєрідним показником екологічного благополуччя агроценозу [7], можна визнати обидві системи удобрення сприятливими для органічного землеробства.

Інтенсивність емісії закису азоту також є індикатором екологічного благополуччя (або неблагополуччя) агроценозів. Підвищення рівня газоподібних втрат азоту може свідчити про надлишкову кількість сполук азоту в ґрунті.

Як свідчать дані рис. 2, внесення в ґрунт гною ВРХ призводить до збільшення втрат азоту впродовж усього вегетаційного періоду картоплі. Отже у варіанті з гноєм спостері-

гається парадоксальна ситуація: з одного боку відмічається активізація процесу азотфіксації, а з іншого — втрати азоту у формі  $N_2O$ . При цьому, як і у випадку з азотфіксацією, Біогран практично не впливав на перебіг процесу.

Отримані результати, звичайно, не можуть свідчити про неприйнятність гною як добрива в органічному виробництві сільськогосподарської продукції. На нашу думку, описана ситуація свідчить про необхідність якісної підготовки цього добрива (наприклад, шляхом компостування) і неприйнятність використання свіжого гною.

На противагу варіанту з гноєм, застосування зеленого добрива суттєво не впливає на емісію закису азоту порівняно до показників контролю. Більше того, за використання сидерату спостерігали тенденцію до зниження біологічної денітрифікації, у т. ч. й за використання біопрепарату. В окремі фази органогенезу культури відмічали вірогідне зниження показників емісії  $N_2O$  за цих умов.

Облік урожаю свідчить про високу ефективність обох видів органічних добрив (табл. 1). Суттєве зростання показників спостерігали у варіанті з гноєм ВРХ. Застосування мікробного препарату Біограну по цьому агрофону не забезпечило зростання урожайності культури.

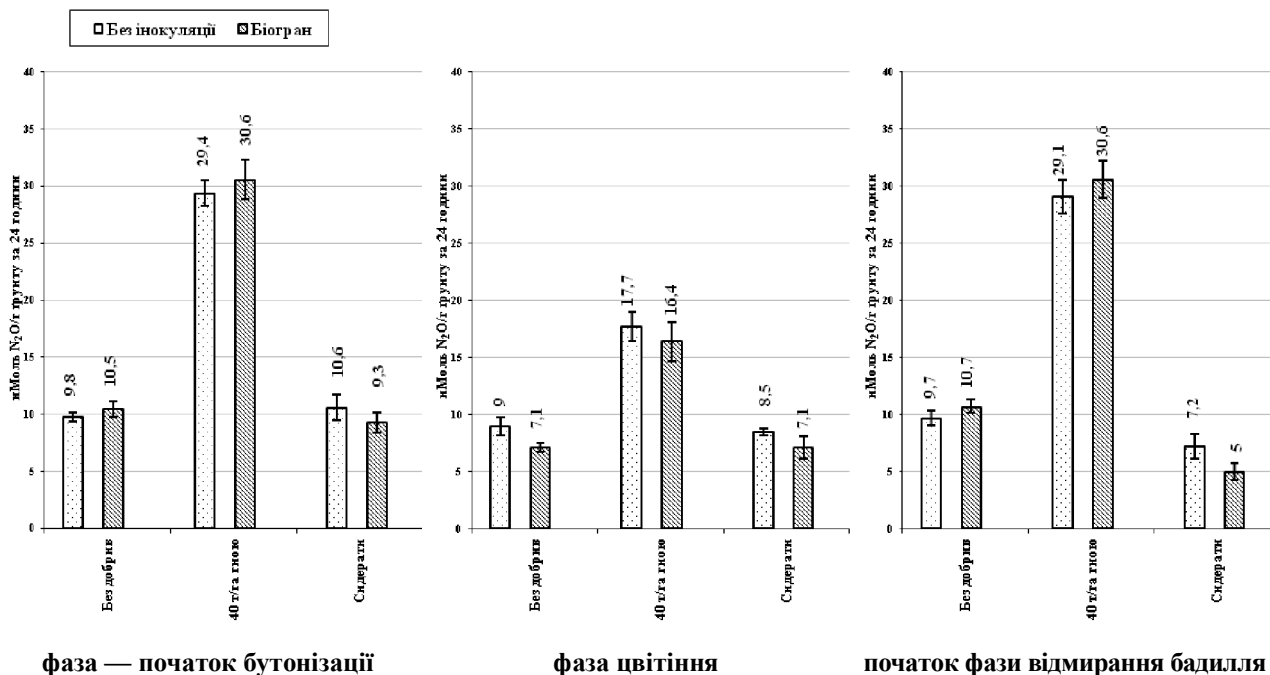


Рис. 2. Вплив бактеризації та добрив на потенційну активність денітрифікації в ризосферному ґрунті картоплі.

Таблиця 1. Урожайність картоплі за впливу органічних добрив та Біограну

Варіанти дослідів	Урожайність, т/га (середнє за 5 років)	Приріст від добрив та Біограну		Приріст від Біограну	
		т/га	%	т/га	%
<i>Без інокуляції</i>					
Без добрив	14,1	–	–	–	–
Гній (40 т/га)	24,5	10,4	73,8	–	–
Сидерат	17,3	3,2	22,7	–	–
<i>Інокуляція Біограном</i>					
Без добрив	15,9	1,8	12,7	1,8	12,7
Гній	24,9	10,8	75,6	0,4	1,6
Сидерат	19,7	5,6	33,7	2,4	13,9
НІР <sub>05</sub>	1,8				

Доволі вагомий приріст продуктивності культури одержано за її вирощування по сидеральному фоні — 3,2 т/га. Біогран, застосований по фоні зеленого добрива, також сприяв забезпеченню суттєвих змін в урожайності картоплі.

Використання біопрепарату по фоні без внесення добрив сприяло позитивним змінам в урожайності, проте абсолютні показники продуктивності знаходились у межах статистичної похибки.

Визначення якісних показників продукції в досліді свідчить про зростання вмісту крохмалю в бульбах за внесення органічних добрив і особливо за поєднання з Біограном (табл. 2). За використання гною відмічено невелике зниження вмісту аскорбінової кислоти. На відміну від цього, за вирощування картоплі по сидеральному фоні вміст вітамі-

ну С суттєво зростає. Застосування Біограну по цьому агрофону також сприяло збільшенню вмісту в бульбах аскорбінової кислоти.

Цікавими є результати визначення вмісту нітратів у продукції. Так, застосування гною сприяло зростанню рівня нітратів, що цілком зрозуміло з огляду на значний вміст азоту в цьому добриві. Вирощування картоплі по фоні зеленого добрива забезпечило зниження показників порівняно з контролем. Застосування Біограну в технології вирощування картоплі сприяло зниженню концентрації нітратів по всіх агрофонах. Найнижчі значення вмісту нітратів відмічено у продукції, отриманій з варіанту «зелене добриво + сидерат».

Зниження вмісту нітратів у бульбах картоплі можна пояснити певним «розбавленням» їх концентрації за рахунок збільшення

Таблиця 2. Вплив удобрення та бактеризації картоплі на якісні показники продукції

Варіанти дослідів	Вміст крохмалю, %	Вміст NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/кг	Вміст вітаміну С, мг%
<i>Без інокуляції</i>			
Без добрив (контроль)	13,38 ± 0,03	69,8 ± 2,3	14,63 ± 0,41
40 т/га гною	14,31 ± 0,08	97,7 ± 1,8	14,17 ± 0,38
Сидерати	13,65 ± 0,06	50,4 ± 1,0	16,10 ± 0,21
<i>Інокуляція Біограном</i>			
Без добрив (контроль)	13,41 ± 0,03	41,8 ± 1,2	15,43 ± 0,47
40 т/га гною	14,46 ± 0	71,2 ± 0,4	14,77 ± 0,15
Сидерати	14,00 ± 0,03	38,2 ± 1,1	16,60 ± 0,21

маси продукції. Дія біопрепарату на зниження даних показників, вірогідно, пояснюється також і відомим [8] впливом біопрепаратів на активізацію рослинних ферментних систем, унаслідок чого нітрати із запасного пулу можуть бути залучені до конструктивного метаболізму.

Отже, отримані результати свідчать про необхідність проведення попередньої підготовки гною до використання. Застосування обох досліджених видів органічних добрив сприяє суттєвому зростанню урожайності картоплі. Використання в технологіях вирощування картоплі Біограну сприяє покращенню якісних параметрів продукції. Мікробний препарат, застосований по фону внесення гною ВРХ не забезпечує підвищення врожайності культури. Поєднання Біограну і зеленого добрива сприяє оптимізації перебігу процесів біологічної трансформації азоту в кореневій зоні рослин, забезпечує зростання урожайності картоплі і покращенню якості продукції, що надзвичайно важливо для органічного сільськогосподарського виробництва.

1. Умаров М. М. Ацетиленовый метод изучения азотфиксации в почвенно-микробиологических исследованиях / М. М. Умаров // Почвоведение. — 1976. — № 11. — С. 119–123.

## **БИОЛОГИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ АЗОТА В АГРОЦЕНОЗАХ КАРТОФЕЛЯ И ПРОДУКТИВНОСТЬ КУЛЬТУРЫ В ОРГАНИЧЕСКОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ**

**В. В. Волкогон, С. Б. Димова,  
Е. И. Волкогон, В. П. Горбань,  
М. А. Журба, Н. П. Штанько,  
Н. В. Луценко, Т. Ю. Британ**

Институт сельскохозяйственной микробиологии и агропромышленного производства НААН,  
г. Чернигов

*Исследовано влияние органических удобрений (навоз КРС и люпиновый сидерат), а также микробного препарата Биогран на динамику активности процессов азотфиксации и эмиссии N<sub>2</sub>O в ризосферной почве растений картофеля, урожайность культуры и качество продукции. Применение наво-*

2. Методы почвенной микробиологии и биохимии / [И. В. Асеева, И. П. Бабьева, Б. А. Бызов и др.] ; под ред. Д. Г. Звягинцева. — М. : МГУ, 1991. — 304 с.

3. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения нитратов : ГОСТ 29270-95. — [введен в действие 01-01-1997]. — М. : Изд-во Стандаринформ, 2010. — 11 с. (Государственный стандарт Российской Федерации).

4. Методы биохимического исследования растений / [А. И. Ермаков, В. Е. Арасимович, М. И. Смирнова-Иконникова и др.]. — изд. 2-е, перераб. и доп. ; под ред. А. И. Ермакова. — Л. : Колос. — 1972. — 456 с.

5. Корми, комбікорми, комбікормова сировина. Методи визначення азоту і сирого протеїну : ДСТУ 7169:2010. — [Чинний від 01-07-11]. — К. : Держспоживстандарт України, 2011. — 22 с. (Національний стандарт України).

6. Доспехов В. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / В. А. Доспехов. — [5-е изд.]. — М. : Агропромиздат, 1985. — 351 с.

7. Визначення фізіологічно (екологічно) доцільних доз мінерального азоту в технологіях вирощування сільськогосподарських культур (науково-методичні рекомендації) / [І. В. Гриник, А. С. Заришняк, В. В. Волкогон та ін.]. — К., 2010. — 31 с.

8. Волкогон В. В. Мікробні препарати як фактор підвищення засвоюваності рослинами мінеральних добрив / В. В. Волкогон // Сільськогосподарська мікробіологія. — 2006. — № 4. — С. 21–30.

## **BIOLOGICAL NITROGEN TRANSFORMATION IN AGROCENOSSES OF POTATO AND PRODUCTIVITY OF CULTURE IN ORGANIC AGRICULTURE**

**V. V. Volkohon, S. B. Dimova,  
K. I. Volkohon, V. P. Horban,  
M. A. Zhurba, N. P. Shtanko,  
N. V. Lutsenko, T. Yu. Britan**

Institute of Agricultural Microbiology and Agroindustrial Manufacture, NAAS, Chernihiv

*The effect of organic fertilizers (cattle manure and lupine green manure), as well as microbial preparation Biohran on the dynamics of the activity process of nitrogen fixation and N<sub>2</sub>O emissions in the rhizosphere soil of potato plants, crop yield, and product quality have been investigated. The use of manures stimu-*

за стимулирует активность азотфиксации, но в то же время, сопровождается значительными потерями газообразных соединений азота. Эффективность Биогран по этому агрофону в значительной мере нивелируется. Люпиновый сидерат стимулирует нитрогеназную активность, особенно в сочетании с биопрепаратом. При этом наблюдается тенденция к уменьшению эмиссии закиси азота. Органические удобрения способствовали достоверной прибавке урожайности картофеля. Биогран обеспечивал прирост продуктивности лишь по фону зеленого удобрения. Микробный препарат способствовал улучшению качественных параметров продукции по всем исследованным агрофонам.

Ключевые слова: органическое земледелие, навоз, сидераты, микробные препараты, картофель.

lates activity of nitrogen fixation, but at the same time, accompanied by a significant loss of gaseous nitrogen compounds. The efficiency of Biohran by this agrobbackground is largely levelled. Lupine green manure stimulates nitrigenase activity, especially in combination with biopreparation. At the same time, there is a tendency to reduce nitrous oxide emission. Organic fertilizers contributed to a reliable raise of potato yield. Biohran provide productivity gains only on the background of green manure. Microbial preparation contributed to the improvement of quality of production parameters by all studied agrobbackgrounds.

Key words: organic agriculture, manure, green manures, microbial preparations, potato.