

## ПРОЦЕСИ БІОЛОГІЧНОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ АЗОТУ ЗА ДІЇ БІОТИЧНИХ ТА АБІОТИЧНИХ ФАКТОРІВ

Представлено результати визначення фізіологічної (екологічної) доцільності застосування різних доз азотних добрив у технології вирощування жита озимого за використання показників азотфіксації та біологічної денітрифікації. При вирощуванні жита озимого на дерново-підзолистому ґрунті фізіологічно (екологічно) доцільним є внесення мінерального азоту роздрібним способом у дозі 60 кг/га. Застосування 90 кг/га мінерального азоту є компромісним. Подальше збільшення рівня удобрення є недоцільним.

*Ключові слова:* мінеральний азот, азотфіксація, біологічна денітрифікація, фізіологічно (екологічно) доцільні дози азоту, інокуляція, Діазобактерин, жито озиме

Як відомо, за наявності в ґрунті мінерального азоту в надлишкових кількостях нітрогеназна активність бактерій пригнічується. У зв'язку з цим, активність азотфіксації може використовуватись як показник реакції системи «ґрунт–мікроорганізми–рослина» на ті чи інші концентрації мінерального азоту. Дослідження активності процесу асоціативної азотфіксації в динаміці протягом вегетаційного періоду дає змогу визначити екологічно (фізіологічно) доцільні дози азотних добрив, тобто дози, що не перевищують фізіологічних потреб рослин. При вирощуванні рослин на фізіологічно доцільних агрофонах інтродуковані в кореневу зону азотфіксатори здатні підвищувати ступінь засвоєння діючої речовини з мінеральних добрив [3]. При цьому кількість субстрату для нітратного дихання мікроорганізмів буде обмеженою. Таким чином, інтенсивність перебігу процесів біологічної трансформації азоту може бути надійним тестом визначення фізіологічно (екологічно) доцільних доз мінерального азоту.

### Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили в умовах польового досліді на дерново-підзолистому пілувато-супіщаному ґрунті ( $pH_{\text{сольове}} - 7,2$ ; вміст гумусу - 1,02%; вміст легкогідролізованого азоту за Корнфілдом- 54,9 мг/кг;  $P_2O_5$  - 330 мг / кг;  $K_2O$  - 148 мг / кг) дослідного поля Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН у 2011–2013 рр. Сорт жита озимого Синтетик 38.

Схема досліді:

I. Без бактеризації

Без добрив

$N_{30}K_{20}$  ( $N_{10}$  восени +  $N_{20}$  ранньою весною)

$N_{60}K_{40}$  ( $N_{30}$  восени +  $N_{30}$  ранньою весною)

$N_{90}K_{60}$  ( $N_{30}$  восени +  $N_{30}$  ранньою весною +  $N_{30}$  у фазу виходу в трубку)

$N_{120}K_{80}$  ( $N_{30}$  восени +  $N_{45}$  ранньою весною +  $N_{45}$  у фазу виходу в трубку)

II. Бактеризація Діазобактерином

6–10 – аналогічні варіанти.

Схема досліді не передбачала внесення фосфорних добрив через високий вміст водорозчинних фосфатів у ґрунті. Доза азотних добрив 120 кг/га та калійних 80 кг/га розрахована за виносом з максимально запланованим урожаєм у 35 ц/га.

У досліді в динаміці (починаючи з фази кушіння) досліджували потенційну активність азотфіксації в кореневій зоні рослин [4] та потенційну активність денітрифікації [2], проводили облік урожаю. Планування і проведення польових дослідів, статистичну обробку експериментальних даних виконували за Доспеховим [1].

**Результати досліджень та їх обговорення**

Визначення потенційної активності азотфіксації у ризосферному ґрунті рослин жита через 14 днів після весняного внесення запланованої частини добрив свідчить, що застосування навіть найменших доз добрив призводить до зниження активності азотфіксації порівняно до контролю. Застосування мікробного препарату Діазобактерину суттєво нівелює негативну дію мінеральних добрив і значною мірою відновлює активність процесу у варіантах з невисокими дозами добрив (рис. 1 а). Дослідження потенційної нітрогеназної активності через 50 днів після ранньовесняного внесення добрив і 13 днів після підживлення рослин мінеральним азотом у відповідних варіантах демонструє зростання показників у варіанті з  $N_{30}K_{20}$  і тенденцію до збільшення за внесення  $N_{60}K_{40}$  (рис. 1 б). У варіантах з інокуляцією спостерігаємо аналогічні залежності, проте абсолютні показники за цих умов є значно вищими. Наступне визначення потенційної активності азотфіксації свідчить, що найбільші показники спостерігаються у варіантах з внесенням  $N_{30}$  та  $N_{60}$ . Інокуляція стимулює активність процесу азотфіксації, найбільшою мірою – за внесення  $N_{60}$  (рис. 1 в).

Необхідно відмітити, що навіть наприкінці вегетаційного періоду жита озимого найбільша в досліді доза добрив інгібує нітрогеназну активність в кореневій зоні рослин, що свідчить про її недоцільність при вирощуванні жита на дерново-підзолистому ґрунті. Застосування Діазобактерину покращує екологічну ситуацію, однак не в змозі повністю відновити азотфіксувальну активність (наприкінці вегетації показники нижче контрольних).

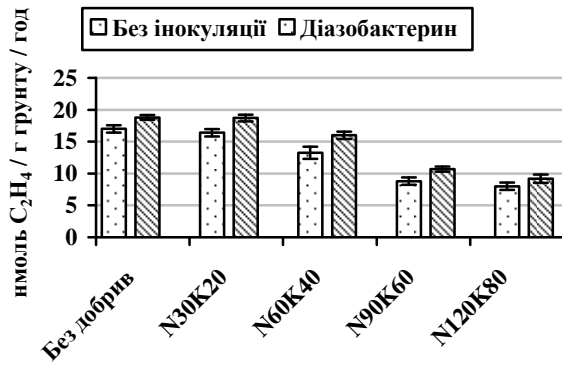
Додатковим тестом на доцільність тих чи інших рівнів азотного удобрення сільськогосподарських культур є дослідження перебігу процесу біологічної денітрифікації в кореневій зоні рослин. Результати визначення потенційної емісії закису азоту демонструють зростання газоподібних втрат азоту по мірі збільшення доз азотних мінеральних добрив (рис. 2). Інокуляція спочатку підсилює активність біологічної денітрифікації у варіантах з внесенням мінеральних добрив. Це пояснюється тим, що для слабо розвинених рослин жита певний час всі застосовані дози мінерального азоту є надлишковими. Проте вже в наступні фази органогенезу рослин ситуація помітно змінюється – інокуляція сприяє суттєвому зниженню активності емісії закису азоту у варіантах з невисокими дозами мінеральних добрив. Це можна пояснити інтенсивним розвитком ініційованих бактеризацією рослин і, відповідно, значно швидшим вичерпанням сполук азоту в кореневій зоні.

Порівнюючи інтенсивність біологічної денітрифікації між варіантами досліді, можемо бачити, що за роздрібного внесення добрив у дозі  $N_{60}$  емісія закису азоту, маючи тенденцію до зростання, все таки статистично не відрізняється від показників контрольного варіанту. В той же час, застосування вищих доз добрив призводить до достовірних втрат газоподібних сполук азоту.

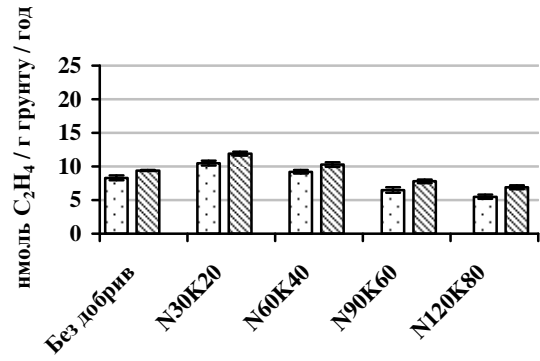
Виходячи з одержаних даних, можемо вважати дози мінерального азоту в межах 60 кг/га при вирощуванні жита озимого екологічно оптимальними, що підтверджує висновки, зроблені на основі досліджень активності процесу азотфіксації. Дози азоту в межах 90 кг/га необхідно вважати екологічно пороговими, а подальше підвищення доз добрив є екологічно недоцільним. Інокуляція при застосуванні екологічно доцільних доз мінерального азоту сприяє надходженню додаткового азоту, фіксованого мікроорганізмами з повітря.

Застосування мінеральних добрив підвищує урожайність жита озимого. Проте зі збільшенням рівня мінерального живлення зменшується віддача добрив урожаєм.

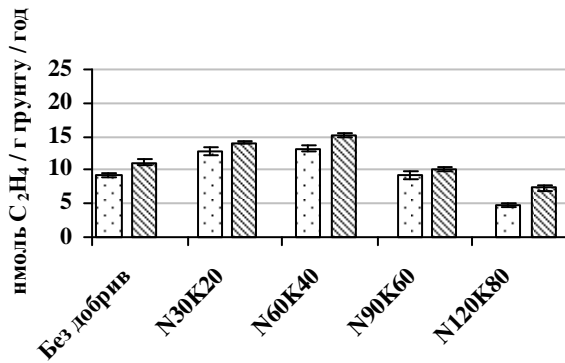
Так, застосування найменшої в досліді дози добрив забезпечує приріст урожайності на 53,1%, а найбільшої – лише на 9,3%. Інокуляція істотно покращує ситуацію. Наприклад, застосування Діазобактерину в поєднанні з  $N_{30}K_{20}$  забезпечує приріст врожайності жита на 64,3%. Урожайність культури при внесенні  $N_{60}K_{40}$  і бактеризації сприяє формуванню майже таких же показників, як і при внесенні добрив у дозі  $N_{90}K_{60}$ . Поєднання з біопрепаратом дози добрив  $N_{90}K_{60}$  сприяє отриманню такої ж врожайності, як і при внесенні  $N_{120}K_{80}$  (без інокуляції) – 5,53 і 5,60 т/га, відповідно. Таким чином, орієнтуючись на урожайні дані, можемо стверджувати про еквівалентність впливу Діазобактерину дії мінеральних добрив у дозі  $N_{30}K_{20}$ .



а

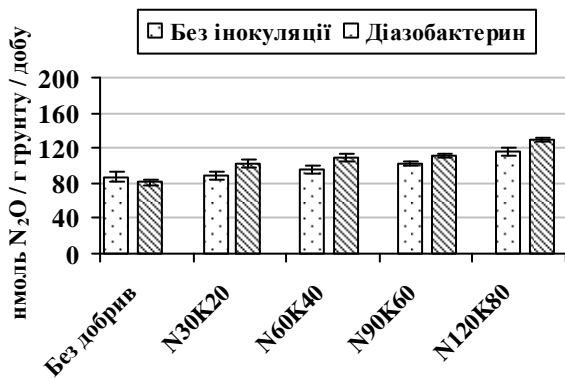


б

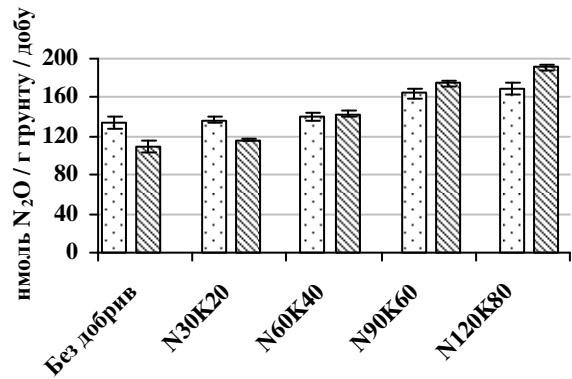


в

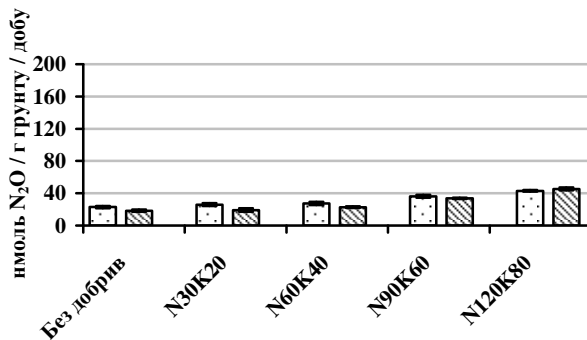
Рис. 1. – Потенційна нітрогеназна активність ризосферного ґрунту рослин жита озимого під впливом інокуляції та добрив, польовий дослід, нмоль C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> / г ґрунту / год: а) фаза кушіння (через 14 днів після ранньовесняного внесення мінерального азоту); б) фаза цвітіння (через 50 днів після ранньовесняного внесення мінерального азоту і через 13 днів після підживлення рослин); в) фаза молочної стиглості (через 81 день після ранньовесняного внесення мінерального азоту і через 44 дні після підживлення рослин)



а



б



в

Рис. 2. – Потенційна емісія закису азоту з ризосферного ґрунту рослин жита озимого під впливом інокуляції та добрив, польовий дослід, нмоль N<sub>2</sub>O / г ґрунту / добу: а) фаза кушіння (через 14 днів після ранньовесняного внесення мінерального азоту); б) фаза цвітіння (через 50 днів після ранньовесняного внесення мінерального азоту і через 13 днів після підживлення рослин); в) фаза молочної стиглості (через 81 день після ранньовесняного внесення мінерального азоту і через 44 дні після підживлення рослин)

**Висновки**

Для діагностики оптимальності удобрення сільськогосподарських культур використання показників активності азотфіксації та денітрифікації є достатньо швидким і показовим. Фізіологічно (екологічно) доцільними дозами мінерального азоту при вирощуванні культури на дерново-підзолистому ґрунті є дози, що не перевищують  $N_{60}$ . Застосування мікробного препарату Діазобактерину в технологіях вирощування жита озимого на екологічно оптимальних агрофонах сприяє суттєвому зростанню активності азотфіксації і зменшенню емісії закису азоту.

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. — М. : Колос, 1979. — 376 с.
2. Експериментальна ґрунтова мікробіологія: монографія / [В. В. Волкогон, О. В. Надкернична, Л. М. Токмакова та ін.; за наук ред. В. В. Волкогона]. — К.: Аграр. наука, — 2010. — 464 с.
3. Мікробіологічні аспекти оптимізації азотного удобрення сільськогосподарських культур: Монографія / В. В. Волкогон. — К.: Аграрна наука, 2007. — 144 с.
4. Умаров М. М. Ацетиленовий метод изучения азотфиксации в почвенно-микробиологических исследованиях / М. М. Умаров // Почвоведение. — 1976. — № 11. — С. 119—123.

*И.Г. Чучвага, Е.И. Волкогон*

Институт сельскохозяйственной микробиологии и агропромышленного производства НААН Украины

**ПРОЦЕССЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ АЗОТА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ БИОТИЧЕСКИХ И АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ**

Приведены экспериментальные данные, обосновывающие физиологическую (и экологическую) целесообразность применения минерального азота в технологиях выращивания ржи озимой на дерново-подзолистой почве в дозах, не превышающих 60 кг/га. При этом уменьшается эмиссия закиси азота и возрастает активность процесса азотфиксации. Доза  $N_{90}$  является экологически пороговой. Дальнейшее повышение уровня азотного минерального питания нежелательно из-за значительных потерь газообразных соединений азота.

Применение микробного препарата Діазобактерина в технологиях выращивания ржи на экологически оптимальных агрофонах способствует повышению активности азотфиксации и уменьшению биологической денитрификации.

Использование минерального азота и Діазобактерина способствует повышению урожайности зерна ржи озимой. Так, в частности, совмещение бактериализации и внесения  $N_{60}K_{40}$  обеспечивает формирование такой же урожайности, как и при внесении удобрений в дозе  $N_{90}K_{60}$ . Сочетание дозы удобрений  $N_{90}K_{60}$  с Діазобактерином способствует получению такой же урожайности, как и при внесении  $N_{120}K_{80}$  (но без инокуляции). Полученные результаты свидетельствуют об эквивалентности влияния Діазобактерина на урожайность ржи озимой действию минеральных удобрений в дозе  $N_{30}K_{20}$ .

*Ключевые слова: минеральный азот, азотфиксация, биологическая денитрификация, физиологически (экологически) целесообразные дозы азота, инокуляция, Діазобактерин, рожь озимая*

*I. Chuchvaga, K. Volkogon*

Institute of Agricultural Microbiology and Agricultural Production NAAS, Ukraine

**PROCESSES OF BIOLOGICAL NITROGEN TRANSFORMATION OF EFFECT BIOTIC AND ABIOTIC FACTORS**

The paper depicts the experimental data substantiating the physiological (and ecological) rationale of mineral nitrogen use in winter rye growing technologies on sod-podzol soils in doses that do not exceed 60 kg/ha. At this the increase of nitrogen fixation activity and reduction of dinitrogen monoxide emissions is observed.  $N_{90}$  dose was shown to be liminal in terms of ecology. Further increase of mineral nutrition is unacceptable due to the vast loses of nitrogen compounds.

Use of microbial preparation Diazobacterin in winter rye growing technologies on ecologically optimal fertilization backgrounds increases nitrogen fixation activity and decreases biological denitrification.

Application of mineral nitrogen and Diazobacterin had promoted yield increase of winter rye. Thus, application of  $N_{60}K_{40}$  and bacterization had resulted in the similar yield as  $N_{90}K_{60}$ , while Diazobacterin combination with  $N_{90}K_{60}$  assures the identical yield to  $N_{120}K_{80}$  variants (without inoculation). The results received confirm the equivalence of Diazobacterin effect on winter rye to  $N_{30}K_{20}$  dose of mineral fertilizers.

*Keywords: mineral nitrogen, nitrogen fixation, biological denitrification, physiological (ecological) rationale doses of mineral nitrogen, inoculation, Diazobakterin, winter rye*

Рекомендує до друку  
Н.М. Дробик

Надійшла 10.04.2014