

УДК 631.461:631.82/86/87

Чонка І.І., к.б.н., доц.; Галла-Бобик С.В., к.х.н., доц.; Голян К.В., магістр

## СПРЯМОВАНІСТЬ ПРОЦЕСІВ ТРАНСФОРМАЦІЇ НІТРОГЕНУ В АГРОЦЕНОЗАХ УЖГОРОДСЬКОГО РАЙОНУ ЗАКАРПАТТЯ

ДВНЗ «УжНУ», хімічний факультет, вул. Підгірна 46, м. Ужгород, 88000,  
e-mail: f-him@uzhnu.edu.ua

Освоєння ґрунтів з метою виробництва сільсько-господарської продукції на сучасному етапі потребує використання інтенсивних технологій, зокрема внесення додаткової кількості мінеральних елементів, стимуляторів росту рослин та пестицидів. Після втручання в екологічну рівновагу природних екосистем, внаслідок створення інтенсивних агроценозів, людство отримує нестійкий до зовнішніх впливів біогеоценоз з виснаженим ґрунтом, процеси ґрунтоутворення в якому уповільнені через порушення біогеохімічних циклів міграції хімічних елементів. Отже, не викликає сумніву те, що сучасне сільсько-господарське виробництво потребує розробки і впровадження заходів покращення екологічного стану агроценозів. Екологічно безпечні аграрні технології повинні, перш за все, базуватися на застосуванні мінеральних добрив у дозах, що не перевищують науково обґрунтованих параметрів. Саме недосконалі системи удобрення сільсько-господарських культур призводять до негативних наслідків впливу добрив як на окремі компоненти екосистем, так і на стан навколишнього середовища в цілому.

Дослідженнями вітчизняних вчених доведено, що, завдячуючи застосуванню добрив, отримують близько 40-50% приросту врожаю, що значно вище частки його приросту від додаткової кількості насіння, засобів захисту рослин чи від обробітку ґрунту [1]. Головне місце в асортименті добрив, що виробляються в Україні та застосовуються в місцевих агроценозах, належить нітрогенвмісним (азотним) добривам. Найчастіше використовуються концентровані форми – сечовина, аміачна селітра, безводний амоніак. Серед азотних

добрив виділяють: амонійні, рідкі аміачні, нітратні, амонійно-нітратні та амідні.

Відомо, що ступені засвоєння культурними рослинами Нітрогену з добрив не перевищують 35–50% [2-4]. Частина добрив, незасвоєна рослинами, унаслідок активізації процесів нітрифікації і денітрифікації спрямовується на забруднення атмосфери, а також вимивається по ґрунтовому профілю за межі кореневмісного шару, що призводить до забруднення питної води, евтрофікації водойм тощо.

Отже, при розрахунках доз внесення мінеральних добрив слід враховувати, що значна кількість Нітрогену з них втрачається: 1) внаслідок взаємодії з гумусними важкогідролізованими сполуками та включення до їх складу; 2) за рахунок випаровування у вигляді газоподібних сполук (втрати Нітрогену складають у середньому 15–25% від внесеного); 3) через втрати внаслідок вимивання, які залежать від фізико-хімічних властивостей ґрунту, його водного режиму, клімату, форми та дози добрива, виду культури і т. п. [1, 5, 6].

Проте, незважаючи на низькі коефіцієнти засвоєння діючої речовини з добрив, слід розуміти, що повністю відмовитися від нітрогенного мінерального удобрення неможливо. Добрива потрібно застосовувати, але в межах фізіологічної потреби рослин, що буде сприяти як обмеженню втрат Нітрогену, так і покращенню екологічної ситуації в агроєкосистемах [7, 8].

У зв'язку з вище сказаним, дослідження спрямованості процесів трансформації Нітрогену в агроценозах за дії Нітрогенвмісних добрив дасть можливість обґрунтувати фізіологічно доцільні дози мінерального Нітрогену в технологіях вирощування культур.

Тому, метою нашої роботи є визначення спрямованості процесів біологічної трансформації Нітрогену в агроценозах на типових ґрунтах Ужгородського району та обґрунтування норм мінерального удобрення деяких сільсько-господарських культур.

### Експериментальна частина

Досліджено нітрифікаційну здатність основних типів ґрунтів Ужгородського району за показником вмісту в них Нітрогену нітратного згідно ДСТУ 7538:2014 (метод Кравкова) [9]. Метод заснований на визначенні нітратів, що накопичуються в ґрунті в результаті розкладання нітрогенвмісних органічних сполук, при компостуванні ґрунту з дотриманням умов аерації, оптимальних температури і вологості.

З цією метою ґрунтовий зразок витримували при температурі 26-28°C при вільному доступі кисню і підтримували його вологість на рівні 60% капілярної вологості. Ці умови вважаються оптимальними для проходження процесу нітрифікації. Таке дослідження дозволяє змодельовати кількість нітратів, яка може утворитися в ідеальних умовах. Поряд з тим, визначали вологість

(ДСТУ ISO 11465:2001) та актуальну кислотність ґрунтів (ДСТУ ISO 10390:2007) в природних умовах. В цілому, проаналізовано 18 ділянок.

Для проведення дослідження було обрано приватні сільсько-господарські підприємства та дворогосподарства Ужгородського району, що вирощують продукцію на ґрунтах чотирьох основних домінуючих типів: дернові опідзолені оглеєні (7 ділянок), дернові оглеєні супіщані (2 ділянки), дерново-середньо- і сильно-опідзолені глеюваті супіщані суглинкові (3 ділянки), буроземо-підзолисті поверхнево оглеєні ґрунти (6 ділянок).

### Результати та їх обговорення

Згідно отриманих результатів дослідження нітрогенвмісних сполук у ґрунтах Ужгородського району встановлено, що вміст Нітрогену нітратів у них коливається в межах 1,4-14,7 мг/кг ґрунту. Встановлено найвищий вміст нітратів (11,3-14,7 мг/кг в перерахунку на Нітроген) в тих ґрунтах господарств Ужгородського району, що вирощують полуницю та фруктові дерева – ТОВ «КонтактБуд», ТОВ «Шарлоточка» та ФГ «Коник» (табл. 1-4).

**Таблиця 1.** Результати визначення нітрифікуючої здатності зразків дерново-опідзолених оглеєних ґрунтів Ужгородського району ( $P = 0,95$ ,  $\delta = \pm (5-15) \%$ )

Місце відбору (назва господарства, місце розташування, сільсько- господарська культура)	Нітроген нітратів (N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) до компостування, мг/кг	Нітроген нітратів (N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) після компосту- вання, мг/кг	Нітрифікаційна здатність, мг/кг
ПСГ «Ласточка», с. Батфа, озима пшениця	7,4 ± 0,5	24,6 ± 2,3	17,2
ПСГ «Ласточка», с. Батфа, картопля	8,2 ± 0,7	27,9 ± 2,1	19,7
ПСГ «Ласточка», с. Батфа, кукурудза	7,8 ± 0,3	26,2 ± 2,1	18,4
ТОВ «КонтактБуд», с. Довге Поле, горіховий сад	7,5 ± 0,5	24,8 ± 2,0	17,3
ТОВ «КонтактБуд», с. Довге Поле, грушевий сад	14,1 ± 1,1	42,7 ± 3,9	28,6
ТОВ «КонтактБуд», с. Довге Поле, сливовий сад	13,8 ± 1,4	39,0 ± 3,2	25,2
ФГ «Надія сад», с. Часлівці яблуневий сад	7,9 ± 0,6	25,8 ± 2,8	17,9

**Таблиця 2.** Результати визначення нітрифікуючої здатності зразків дерново-оглеєних супіщаних ґрунтів Ужгородського району ( $P = 0,95$ ,  $\delta = \pm (5-15) \%$ )

Місце відбору (назва господарства, місце розташування, сільсько- господарська культура)	Нітроген нітратів ( $N-NO_3^-$ ) до компостування, мг/кг	Нітроген нітратів ( $N-NO_3^-$ ) після компосту- вання, мг/кг	Нітрифікаційна здатність, мг/кг
Дворогосподарство Галушак К.С., с. Минай, виноградник	$1,4 \pm 0,1$	$4,3 \pm 0,3$	2,9
ФГ «Коник», с. Сторожниця яблуневий сад	$12,4 \pm 1,3$	$40,2 \pm 3,7$	27,8

ФГ «Коник» є одним із передових господарств у вирощуванні яблук у Закарпатській області. Фермери даного господарства велику увагу приділяють підживленню дерев, створюють оптимальні умови для їх розвитку і плодоношення. Можна припустити, що саме через надмірне піклування про високу урожайність ділянки ґрунту, що є у користуванні ФГ «Коник», характеризуються найвищими концентраціями нітрогенвмісних сполук.

Найменш збагачені сполуками Нітрогену виявилися ділянки дворогосподарств Галушак К.С., Гоца М.Г. та Сеняк В.П. (див. табл. 1-4). Власники даних ділянок для збагачення ґрунту Нітрогеном та Фосфором найчастіше використовують органічні добрива (рослинний перегній, торф, гній) і рідко (або ніколи) підживлюють рослини мінеральними добривами. Тому вміст Нітрогену нітратного в ґрунтах досліджених дворогосподарств коливався в межах  $1,4 - 3,7$  мг/кг ґрунту.

Слід відмітити, що вміст Нітрогену нітратного в ґрунті в межах  $15-30$  мг/кг вважається підвищеним, а вище  $30$  мг/кг – високим. При таких високих значеннях концентрації нітратів у ґрунтах доза внесення Нітрогену з мінеральними добривами не повинна перевищувати  $20$  кг/га (наприклад, для ранньовесняного підживлення посівів озимих культур) [1, 10, 11].

Очевидно, що в умовах підвищеного вмісту мінерального Нітрогену в ґрунтах будуть інтенсифікуватися процеси денітрифікації та пригнічуватися азотфіксація, що з часом призведе до неминучих втрат із ґрунту легкодоступного для рослин Нітрогену.

Результати визначення рН досліджуваних ґрунтів показали, що усі ділянки під однорічними та багаторічними насадженнями мають від слабо кислої до нейтральної реакції ґрунтового розчину. Водневий показник для цих ґрунтів коливається в межах  $5,8-7,3$  од. рН, що є сприятливим для вирощування всіх сільсько-господарських культур.

**Таблиця 3.** Результати визначення нітрифікуючої здатності зразків дерново- середньо- і опідзолених глеюватих супіщаних суглинкових ґрунтів Ужгородського району ( $P = 0,95$ ,  $\delta = \pm (5-15) \%$ )

Місце відбору (назва господарства, місце розташування, сільсько- господарська культура)	Нітроген нітратів ( $N-NO_3^-$ ) до компостування, мг/кг	Нітроген нітратів ( $N-NO_3^-$ ) після компосту- вання, мг/кг	Нітрифікаційна здатність, мг/кг
ТОВ «Шарлоточка», с. Холмець, полуниця	$14,7 \pm 0,9$	$40,5 \pm 3,5$	25,8
ТОВ «Шарлоточка», с. Холмець, малина	$12,9 \pm 1,3$	$35,5 \pm 3,1$	22,6
ТОВ «Шарлоточка», с. Холмець, ожина	$11,3 \pm 0,9$	$32,7 \pm 3,0$	21,4

**Таблиця 4.** Результати визначення нітрифікуючої здатності зразків буроземо-підзолистих поверхнево оглеєних ґрунтів Ужгородського району ( $P = 0,95$ ,  $\delta = \pm (5-15) \%$ )

Місце відбору (назва господарства, місце розташування, сільсько- господарська культура)	Нітроген нітратів ( $N-NO_3^-$ ) до компостування, мг/кг	Нітроген нітратів ( $N-NO_3^-$ ) після компосту- вання, мг/кг	Нітрифікаційна здатність, мг/кг
ДП Агрофірма «Леанка», сmt. Середнє, виноградник	$5,9 \pm 0,4$	$18,6 \pm 2,0$	12,7
ДП Агрофірма «Леанка», сmt. Середнє, озима пшениця	$7,0 \pm 0,6$	$21,5 \pm 2,0$	14,5
Дворогосподарство Гоца М.Г., с. Руські Комарівці, картопля	$3,4 \pm 0,2$	$10,3 \pm 0,8$	6,9
Дворогосподарство Гоца М.Г., с. Руські Комарівці, кукурудза	$2,6 \pm 0,2$	$7,2 \pm 0,5$	4,6
Дворогосподарство Сеняк В.П., с. Циганівці, полуниця	$3,7 \pm 0,4$	$11,1 \pm 0,9$	7,4
Дворогосподарство Сеняк В.П., с. Циганівці, малина	$1,8 \pm 0,2$	$5,6 \pm 0,4$	3,8

Природна вологість всіх досліджуваних зразків ґрунту встановлена в межах 15,9-25,4%, що свідчить про достатню забезпеченість рослин вологою.

Згідно літературних даних, головними чинниками, що обмежують діяльність нітрифікуючих бактерій, є доступність амонію, висока кислотність, низька вологість ґрунту, доступність фосфатів, токсичність нітритів та алелопатичні сполуки [7, 11]. Чисельність автотрофних нітрифікуючих бактерій зростає в міру окультурення ґрунтів і тривалості їх сільсько-господарського використання. Тому, на природню активність денітрифікації суттєво впливають такі чинники, як концентрація кисню, вологість, температура, рН ґрунту, вміст мінерального Нітрогену.

З екологічної точки зору процес денітрифікації можна розглядати як позитивний (як природний бар'єр проти накопичення в ґрунтах і водах зайвих нітрогенвмісних сполук), за умови, що в атмосферу потрапляє молекулярний Нітроген – азот, а не оксид Нітрогену (останній руйнує озоновий шар). Але зростання активності денітрифікації свідчить про ненормальність

нітрогенного стану ґрунту і, скоріше за все, про надлишкове азотне живлення на конкретний момент проведення аналізів. Зниження інтенсивності фіксації атмосферного азоту при цьому, як правило, свідчить про наявність надлишкової кількості нітрогенвмісних сполук, в т.ч. нітратів, у ґрунтовому розчині і у рослинах, що є небезпечним для людини [8, 11].

Згідно отриманих нами результатів обрахунку нітрифікаційної здатності досліджуваних ґрунтів встановлено, що найнищий її рівень характерний для ґрунтів всіх дворогосподарств, що не використовують у своїй діяльності мінеральні добрива – 2,9-7,4 мг/кг ґрунту. Очевидно, що при низькому вмісті у цих ґрунтах Нітрогену нітратного, згідно принципу Ле-Шательє, будуть активізуватися процеси, що сприяють поповненню запасів Нітрогену нітратного в ґрунті: азотфіксація, амоніфікація та нітрифікація. Однак, за умов недостатньої кількості нітрогенфіксуючих мікроорганізмів, амонійних сполук та доступних форм Фосфору процеси нітрифікації сповільнюються, не зважаючи на сприятливі умови рН та зволоження ґрунту. Отже,

власникам дворогосподарств Ужгородського району для збагачення ґрунтів сполуками Нітрогену слід рекомендувати вносити амонійно-фосфорні добрива та проводити сівозміни з використанням бобових культур.

Найвищі значення нітрифікуючої здатності ґрунтів встановлені нами для ґрунтів приватних підприємств “Коник” (27,8 мг/кг), “Шарлоточка” (21,4-25,8 мг/кг), “КонтактБуд” (25,2-28,6 мг/кг), що займаються садівництвом. За такого високого рівня нітрифікуючої здатності ґрунтів, враховуючи досить високий вміст сполук Нітрогену нітратного, з часом у ґрунтах інтенсифікуються процеси денітрифікації, що призведе до неминучих втрат доступного для рослин Нітрогену. Не розуміючи причин такої втрати, власники будуть збільшувати дозу внесення мінеральних добрив, що може призвести до хімічного забруднення навколишніх екосистем, зокрема водних.

На нашу думку, причиною підвищеного вмісту сполук Нітрогену нітратного в досліджуваних господарствах є надмірне внесення мінеральних добрив (аміачної селітри та “СуперАГРО марки НРК”) поряд з використанням органічних добрив. Власникам даних агропідприємств слід переглянути свої системи удобрення ґрунту, використовувати для удобрення такі форми мінеральних добрив, що повільно розкладаються у ґрунті (наприклад, капсульовані, а не гранульовані), зменшити їх дозу і надавати перевагу однокомпонентним концентрованим добривам.

Для всіх досліджених зразків дворогосподарств з дуже низьким та низьким вмістом нітратів за Нітрогеном є доцільним внесення мінеральних добрив із підвищенням рекомендованих доз добрив на 25-30%. Для господарств “Леанка”, “Надія Сад”, “Ласточка”, ґрунти яких характеризуються середнім вмістом нітратів за Нітрогеном та помірною нітрифікаційною активністю, доцільним є залишити без змін рекомендовані виробником норми внесення мінеральних добрив.

У цілому, за результатами проведеного аналізу ґрунти Ужгородського району є придатними для вирощування сільськогосподарських культур, але потребують збагачення мінеральними сполуками.

## Висновки

Встановлено найвищий вміст нітратів (11,3-14,7 мг/кг в перерахунку на Нітроген) в ґрунтах господарств “Коник”, “Шарлоточка”, “КонтактБуд” Ужгородського району, що вирощують полуницю та фруктові дерева (груші, сливи, яблуни). Нітрифікуюча здатність ґрунтів даних господарств знаходиться в межах 21,4-27,8 мг/кг ґрунту, що свідчить про швидкі втрати доступного для рослин Нітрогену із ґрунту. Надмірна кількість добрив, що вноситься у ґрунт досліджуваних господарств, є потенційним джерелом забруднення навколишнього середовища.

Визначено, що найменш збагачені сполуками Нітрогену нітратного ділянки всіх досліджуваних дворогосподарств Ужгородського району (1,4-3,7 мг/кг ґрунту). Їх нітрифікуюча здатність становить 2,9-7,4 мг/кг ґрунту, що свідчить про низький рівень азотфіксації та амоніфікації у ґрунтах. Власникам дворогосподарств Ужгородського району для збагачення ґрунту сполуками Нітрогену рекомендується вносити в нього амонійно-фосфорні добрива та проводити сівозміни з використанням бобових культур.

Для поліпшення стану навколишнього середовища у зв'язку з використанням мінеральних добрив пропонується удосконалювати технологію внесення мінеральних добрив, застосовувати екологічно безпечні висококонцентровані нітрогенвмісні добрива в амонійній та амідній формах, що поряд із мінеральними елементами містять стимулятори росту рослин та інгібітори нітрифікації.

## Список використаних джерел

1. Марчук І.У., Макаренко В.М., Розстальний В.Є., Савчук А.В., Філонов С.А. Добрива та їх використання: Довідник. К.: *Академдрук*, 2012. С. 257.
2. Кудяров В.Н. Азотно-углеродный баланс в почве. *Почвоведение*. 1999, 1, 73–82.
3. Кореньков Д.А. Вопросы агрохимии азота. *Агрохимия*. 1990, 11, 28–37.
4. Волкогон В.В., Димова С.Б., Волкогон Е.И., Комок М.С. Особенности процесса денитрификации в почвах под влиянием удобрений и микробных препаратов на основе нитрогенфиксирующих бактерий. *Сільськогосподарська мікробіологія: здобутки та перспективи. Збірник*

наукових праць (до 50-річчя від дня заснування ІСГМ НААН). Чернівці, ЦНП, 2011, 148–155.

5. Вирощування екологічно чистої продукції рослинництва. За ред. Є.Г. Дегодюка. К.: *Урожай*, 1992. С. 317.

6. Волкогон В.В. Мікробіологічні аспекти оптимізації нітрогенного удобрення сільськогосподарських культур. К.: *Аграрна наука*, 2007. С. 144.

7. Костина Н.В., Степанов А.Л., Умаров М.М. Влияние экологических факторов на восстановление закиси азота в почвах разных типов. *Почвоведение*. 1995, 6, 725–731.

8. Мекіч М.З., Джура Н.М., Терек О.І. Функціональне і прикладне значення біологічної

активності ґрунту. *Біологічні Студії (Studia Biologica)*. 2013, 7(3), 247–258.

9. Якість ґрунту. Визначання нітрифікаційної здатності ґрунту методом Кравкова: *ДСТУ 7538:2014*. Введений 01.04.2015.

10. Умаров М. М., Кураков А. В., Степанов А. Л. Микробиологическая трансформация азота в почве. М.: *ГЕОС*, 2007. С. 138.

11. Коротка І. Г. Біологічна трансформація азоту в агроценозах з житом озимим: *Дис. ... к.с.-г.н.: 03.00.07. Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва*. Чернівці, 2016.

Стаття надійшла до редакції: 20.11.2018.

## ORIENTATION NITROGEN TRANSFORMATION PROCESS IN AGROCENOSSES UZHGOROD DISTRICT OF TRANSCARPATIA

**Chonka I.I., Halla-Bobik S.V., Holyan K.V.**

The nitrification capacity of the main types of soils of Uzhgorod district according to the index of nitrate nitrogen content in them was investigated. The highest nitrate content (25.8-28.6 mg/kg of soil, converted to nitrogen) was found in the soils of Uzhgorod district farms, on which strawberries and fruit trees are grown.

The nitrification capacity of the soils of these farms is in the range of 21.4-27.8 mg/kg of soil. With such a high level of nitrification capacity of soils, taking into account the rather high content of Nitrogen nitrate compounds, the processes of denitrification will intensify in time, resulting in unavoidable losses of Nitrogen available to plants. Not understanding the causes of such a loss, the owners will increase the dose of mineral fertilizers, which can lead to chemical pollution of the surrounding ecosystems like water systems.

It was determined that the nitrate nitrogen component is the least enriched nitrate region of all investigated dukes of Uzhgorod district (1.4-3.7 mg/kg of soil). Their nitrification capacity was 2.9-7.4 mg/kg of soil, which indicates a low level of nitrogen fixation and ammonification in soils. It is obvious that under low nitrogen content in these soils, according to the Principality of Le Chatelier, in soils, processes that contribute to the replenishment of nitrogen in the soil will be intensified in the soils: nitrogen fixation, ammonification and nitrification. However, under conditions of insufficient number of nitrogen-fixing microorganisms, ammonium compounds and available phosphorus forms, the nitrification processes are slowed down. Owners of households in the Uzhgorod district are advised to add ammonium phosphate fertilizers to the ground and to plant crop rotation.

In order to improve the environment in connection with the use of mineral fertilizers, it was proposed to improve the technology of mineral fertilizer application, to use environmentally safe highly concentrated nitrogen-containing fertilizers in ammonium and amide forms, which together with mineral elements contain plant growth promoters and nitrification inhibitors.

**Keywords:** Nitrogen transformation, Nitrogen fixation, nitrification, ammonification.