

УДК 631.461.5

## ПОТЕНЦІАЛ МІНЕРАЛІЗАЦІЇ ЧОРНОЗЕМУ ЗВИЧАЙНОГО СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

*С. П. Клявзо, В. І. Чабан, кандидати сільськогосподарських наук;*

*Т. М. Шайтор, Н. В. Ковальова*

*Інститут сільського господарства степової зони НААН України*

*Досліджено потенціал мінералізації ( $N_0$ ) зональних ґрунтів та можливі його зміни залежно від інтенсивності їх використання. Встановлено, що ґрунт перелогу характеризується максимальним значенням – 320,0 мг/кг. Застосування гною, помірних та високих доз азотних добрив практично не впливало на параметри потенціалу мінералізації (190–202 мг/кг) та константу її швидкості (0,099–0,103, тиждень<sup>-1</sup>), що свідчить про кінетичну однорідність азотного фонду чорнозему звичайного.*

**Ключові слова:** чорнозем звичайний, потенціал мінералізації, азотний режим, діагностика.

Система живлення рослин є важливою складовою технологій вирощування сільськогосподарських культур. Серед елементів живлення більшою мірою проявляється потреба рослин в азоті. Встановлюють її на основі хімічного аналізу ґрунту і рослин. Ефективність застосування азотних добрив у допосівний період і в підживлення значною мірою зумовлена наявністю у ґрунті доступних рослинам форм азоту. Для діагностики забезпеченості рослин азотом широко використовується метод визначення мінерального азоту ( $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$ ) [1, 2]. Він дає можливість визначити запаси азоту в ґрунті на момент відбору зразків. Однак культури з тривалим періодом розвитку (кукурудза, соняшник та ін.) здатні використовувати значну кількість азоту, який мінералізується впродовж вегетації і не враховується при визначенні навесні. Це ускладнює діагностику та прогнозування ефективності азотних добрив.

Поряд з цим існує думка, що для прогнозування можливостей ґрунту щодо забезпечення рослин доступними формами азоту протягом вегетації, більш ефективним є метод, заснований на використанні певного постійного параметра, яким може слугувати величина мінералізації ґрунтового азоту для конкретного типу ґрунту. Даний показник характеризує потенційну здатність ґрунту забезпечувати рослини азотом за рахунок мінералізації органічної речовини і називають його потенціалом мінералізації ( $N_0$ ). Він враховує кількість ґрунтового азоту, яка може бути мінералізована при сприятливих умовах за невизначено тривалий час. Кінетику цього процесу відображає константа швидкості мінералізації ( $k$ ) [3, 4, 5]. Виходячи з вищенаведеного, метою роботи було встановлення параметрів потенціалу міне-

ралізації чорнозему звичайного та обґрунтування можливості використання цього показника при діагностуванні азотного режиму ґрунту.

Потенціал мінералізації ( $N_0$ ) ґрунту визначали шляхом постановки лабораторного модельного досліду з інкубування ґрунту при постійній температурі (28 °С) та вологості (60 % НВ) впродовж 18 тижнів з періодичним (через 2, 3, 4, 6, 8, 12, 16, 18 тижнів) відмиванням за методом Крисджі і Мерклі та наступним спектрофотометричним визначенням вмісту азоту нітратів [6]. Ґрунт для модельного досліду відбирали з орного шару (0–20 см) на ділянках 60-річного перелогу і виробництва в умовах Ерастівської дослідної станції, а також в найбільш контрастних варіантах стаціонарного досліду відділу землеробства Запорізької державної сільськогосподарської дослідної станції по закінченню IV ротації семипільної зерно-парової сівозміни. Насиченість ріллі добривами та окремі показники агрохімічної характеристики ґрунту наведені у таблиці 1.

### 1. Агрохімічна характеристика ґрунту (0–20 см)

№ з/п	Варіанти і співвідношення між азотом, фосфором, калієм в системі удобрення	Насичення добривами, т/га, кг/га сівозмінної площі	Гумус, %	$N_{\text{вал.}}$ , %
1	Переліг	–	6,41	0,32
2	Рілля	–	4,17	0,21
3	Контроль (без добрив)	–	3,53	0,17
4	Гній	6,5	3,60	0,19
5	3:3:3	$N_{56}P_{51}K_{31}$	3,70	0,21
6	5:5:5	$N_{93}P_{85}K_{52}$	3,51	0,19
7	5:2:2	$N_{93}P_{34}K_{21}$	3,54	0,18

Потенціал мінералізації ( $N_0$ ) визначали як загальну кількість органічного азоту ґрунту, яка підлягає мінералізації і описується кінетичним рівнянням першого порядку:

$$-\frac{dN}{dt} = kN. \quad (1)$$

Після інтегрування рівняння (1) отримуємо співвідношення:

$$\log(N_0 - N_t) = \log N_0 - \frac{kt}{2,303}, \quad (2)$$

де  $N_t$  – азот, який мінералізується у кінці певного інтервалу часу (t); мг/кг;

$N = N_0 - N_t$  – вміст потенційно мінералізуемого азоту в кінці інтервалу часу (t), мг/кг;

k, тиждень<sup>-1</sup> – константа швидкості мінералізації.

Величини  $N_0$  і k розраховували за двома точками лінійної частини кривої залежності шляхом рішення системи двох рівнянь [4, 5].

$$\log \frac{N_0}{N_0 - N_t} \quad \text{від } t. \quad (3)$$

На момент постановки досліду вміст N–NO<sub>3</sub> у ґрунті коливався в досить широких межах (12,8–27,0 мг/кг). Це пояснюється станом та інтенсивністю його використання. Так, максимальна кількість нітратів (27,0 мг/кг) була у варіанті, де ґрунт утримувався в стані, наближеному до природного (переліг). У варіантах, де ґрунт зазнавав антропогенного впливу, кількість нітратів залежно від рівня застосування азотних добрив та продуктивності культур сівозміни становила 16,2–23,3 мг/кг, тимчасом як в абсолютному контролі без внесення добрив протягом 35 років вони були мінімальними (12,8 мг/кг).

Визначення нітратів через певний інтервал часу в процесі інкубування ґрунту дає підстави відмітити наявність двох піків їх вмісту в більшості варіантів: перший – припадає на період визначення після 3-х тижнів інкубації, що у відносних значеннях становить 14,3–15,3 % від загальної кількості азоту; другий – на період визначення після 6-го тижня інку-

бування (14,8–17,6 %) з тенденцією до зниження у проміжний період (табл. 2). Дана закономірність не простежується при інкубації ґрунту перелогу, де найбільша кількість нітратів (16,3–16,2 %) була після 4-го і 6-го тижнів інкубування з поступовим зменшенням їхніх кількісних показників при наступних визначеннях. В цілому за весь термін компостування тут накопичувалось 253,9 мг/кг азоту нітратів. Це можна пояснити більшими запасами органічної речовини, які тут сформувалися, а відтак і можливостями щодо мінералізації амоніфікуючими і нітрифікуючими мікроорганізмами. В той же час спроможність ґрунтів, які інтенсивно використовуються до забезпечення рослин азотом становить 57–74 % від природного аналогу.

**2. Різниця вмісту нітратів ( $\Delta N_t$ ) у чорноземі звичайному при періодичному відмиванні, мг/кг (0–20 см)**

Тиждень, t	Варіант						
	переліг	рілля	контроль	гній	5:5:5	3:3:3	5:2:2
2	<u>8,5*</u>	<u>9,3</u>	<u>16,2</u>	<u>13,8</u>	<u>14,6</u>	<u>12,1</u>	<u>12,7</u>
	3,4	5,0	10,7	9,6	9,0	8,0	8,0
3	<u>38,8</u>	<u>27,8</u>	<u>22,1</u>	<u>20,5</u>	<u>24,2</u>	<u>21,4</u>	<u>23,9</u>
	15,3	14,9	14,6	14,3	15,0	14,4	15,0
4	<u>41,3</u>	<u>24,3</u>	<u>19,5</u>	<u>18,2</u>	<u>21,1</u>	<u>19,7</u>	<u>21,3</u>
	16,3	13,0	12,8	12,7	13,0	13,2	13,3
6	<u>43,6</u>	<u>32,8</u>	<u>24,1</u>	<u>24,2</u>	<u>25,0</u>	<u>22,9</u>	<u>23,6</u>
	16,2	17,6	15,9	16,8	15,3	15,4	14,8
8	<u>36,1</u>	<u>29,2</u>	<u>19,8</u>	<u>18,9</u>	<u>25,2</u>	<u>21,0</u>	<u>22,5</u>
	14,2	15,5	13,1	13,2	15,5	14,1	14,1
12	<u>36,1</u>	<u>28,2</u>	<u>18,1</u>	<u>18,1</u>	<u>20,4</u>	<u>18,8</u>	<u>19,4</u>
	14,2	15,1	11,9	12,6	12,5	12,6	12,1
16	<u>29,8</u>	<u>21,1</u>	<u>19,1</u>	<u>18,0</u>	<u>18,7</u>	<u>19,0</u>	<u>20,1</u>
	11,7	11,3	12,6	12,5	11,5	12,8	12,6
18	<u>19,7</u>	<u>14,2</u>	<u>12,8</u>	<u>11,9</u>	<u>13,3</u>	<u>14,0</u>	<u>16,2</u>
	7,8	7,6	8,4	8,3	8,2	9,4	10,1
Всього	<u>253,9</u>	<u>186,9</u>	<u>151,7</u>	<u>143,6</u>	<u>162,7</u>	<u>148,9</u>	<u>159,7</u>
	100	100	100	100	100	100	100

\* Чисельник – вміст, мг/кг; знаменник – % від загальної кількості.

Отримані експериментальні дані дають можливість розрахувати потенціал мінералізації ( $N_0$ ) та константу її швидкості ( $k$ ) (табл. 3). Ґрунт перелогу характеризується максимальним значенням (320 мг/кг) потенціалу мінералізації азоту та більш повільними її темпами порівняно з виробничою ділянкою ( $k = 0,106$  та  $0,119$  тиждень<sup>-1</sup> відповідно). При інтенсивному сільськогосподарському використанні (60 років) чорнозем в середньому втратив 28 % фонду  $N_0$ , який містився за умов утримання ґрунту як перелогу, що значно менше втрат гумусу і загального азоту (34–35 %).

Тривале застосування гною, помірних та високих доз азотних добрив суттєво не впливало на показники потенціалу мінералізації чорнозему звичайного – вони коливались в незначному інтервалі (183–202 мг/кг). Незважаючи на різницю за вмістом загального азоту у варіантах досліді (0,18–0,21 %, при 0,17 % в контролі), відсоток мінералізованого азоту від загального також змінювався незначно і становив 8,9–11,1 %.

Так, між контролем і удобреними варіантами різниці за розрахованими величинами швидкості мінералізації ( $k$ ) не було, навіть за внесення гранично допустимих доз азоту, крім того й константа мінералізації також була близькою (0,099–0,103 тиждень<sup>-1</sup>). Це дає підстави припустити, що для чорнозему звичайного степової зони хімічний склад фракцій органічної речовини ґрунту, доступної для мінералізації, є подібний і не зазнає суттєвих змін при систематичному тривалому застосуванні добрив.

**3. Потенціал мінералізації ( $N_0$ ) та константа швидкості ( $k$ ) чорнозему звичайного залежно від інтенсивності використання ґрунту (0–20 см)**

Варіант	$N_0$		$k$ , тиждень <sup>-1</sup>
	мг/кг	% від $N_{\text{вал}}$	
Переліг	320	10,0	0,106
Рілля	230	9,1	0,119
Контроль (без добрив)	191	8,9	0,099
Гній	183	10,4	0,103
3:3:3	190	11,1	0,103
5:5:5	200	10,5	0,101
5:2:2	202	8,9	0,101

Кореляційний аналіз динаміки нітратного азоту дає можливість виявити залежність, близьку до функціональної, між вмістом нітратів ( $N_t$ ) в екстрагуючому розчині в кінці кожного періоду. Коефіцієнти парної кореляції між цими величинами при оптимальних умовах зволоження і температурного режиму коливалися в межах  $r = 0,920-1,0$  (табл. 4). Величина  $N_t$  в проведеному досліді є енергією нітрифікації ( $N_{t-0}$ ) мг/кг.

**4. Коефіцієнти кореляції між вмістом нітратів у різні строки їх накопичення**

$\Gamma_{0-2}^*$	$\Gamma_{2-3}$	$\Gamma_{3-4}$	$\Gamma_{4-6}$	$\Gamma_{6-8}$	$\Gamma_{8-12}$	$\Gamma_{12-16}$	$\Gamma_{16-18}$
0,969	0,966	0,966	0,997	0,998	1,0	1,0	1,0

\* Коефіцієнти кореляції між двома строками визначення нітратів.

Так, значення коефіцієнтів кореляції свідчать, що енергія нітрифікації в кінці кожного періоду тим вище, чим вищий вміст нітратів перед їх відмиванням з ґрунту. Виходить, що інтенсивність мікробіологічних процесів в ґрунті (амоніфікація і нітрифікація) за одиницю часу (1 тиждень) пропорційна  $N_t$ . Тому при визначенні інтенсивності нітрифікації ґрунту (метод Кравкова) необхідно враховувати встановлену залежність між енергією нітрифікації та початковою концентрацією нітратів  $x(0)$ , і для отримання більш точних даних відмивати нітрати з ґрунту за методом Крісджі та Мерклі при їх визначенні.

Таким чином, визначення потенціалу мінералізації ґрунту дає можливість більш повно врахувати обсяг ґрунтового азоту, який дійсно можуть використовувати сільськогосподарські культури. На підставі цього можливо поліпшити діагностування азотного режиму ґрунту. Встановлено, що застосування гною, помірних та високих доз азотних добрив, практично не впливає на параметри потенціалу мінералізації (190–202 мг/кг) та константу її швидкості (0,099–0,103 тиждень<sup>-1</sup>). Це свідчить про кінетичну однорідність азотного фонду чорнозему звичайного. На основі кореляційного аналізу динаміки нітратного азоту встановлена пряма пропорційна залежність, яка близька до функціональної, між  $N_t$  і вмістом  $N\text{-NO}_3$ , що необхідно враховувати при розрахунках доз внесення азотних добрив.

**Бібліографічний список**

1. Носко Б. С. Довідник працівника агрохімслужби – 2-ге вид., перероб. і доп. / Б. С. Носко, А. О. Христинко, М. В. Лісовий [та ін.]; за ред. Носка Б. С. – К.: Урожай, 1991. – 264 с.
2. Бука А. Я. Оптимізація доз застосування азотних добрив на основі рослинної і ґрунтової діагностики живлення рослин: рекомендації / Бука А. Я., Лісовий М. В., Дружченко А. В.; за ред. Буки А. Я. – Харьков, 2000. – 32 с.
3. Кудеяров В. Діагностика азотного режиму почв / В. Кудеяров, В. Башкин // Агрохимия. – 1981. – № 3. – С. 133–144.
4. Постников А. В. Современное состояние и перспективы практической диагностики азотного режима почв и питания растений / А. В. Постников, Э. Е. Хавкин, Ю. И. Корчагина // Агрохимия. – 1983. – № 2. – С. 114–126.

5. *Хавкин Э. Е.* Минерализуемый азот в диагностике азотного режима почвы / *Э. Е. Хавкин* // *Агрохимия*. – 1985. – № 1. – С. 105–120.
6. *Агрохимические методы исследования почв*. – М.: Наука, 1965. – С. 70–71.