

## БАЛАНС АЗОТУ В ҐРУНТІ ПІСЛЯ ТРИВАЛОГО ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ У ПОЛЬОВІЙ СІВОЗМІНІ

**Г.М. Господаренко, доктор сільськогосподарських наук**

**І.В. Прокопчук, кандидат сільськогосподарських наук**

**О.В. Нікітіна, викладач**

**Уманський національний університет садівництва**

*На основі даних тривалого стаціонарного дослідження проведено розрахунок умовного балансу азоту. Встановлено, що за всіх систем удобрення які вивчалися у досліді і вилучення нетоварної частини врожаю з поля, він є дефіцитним. Обґрунтовано доцільність застосування нетоварної частини врожаю як додаткового джерела азоту для рослин.*

***Ключові слова:** азот, баланс азоту, ємність балансу азоту, чорнозем опідзолений, культури польової сівозміни.*

**Постановка проблеми.** Нині однією з проблем ефективного використання ґрунтів для переважної більшості сільськогосподарських культур, окрім бобових є дефіцит вмісту азоту. Втрати азоту з ґрунту – це також значне і відоме джерело негативного впливу на якість повітря і води. Зазвичай староорний ґрунти не здатні в повній мірі забезпечувати рослини азотом. За важливістю для сільськогосподарських культур і по вмісту у рослинних організмах азот посідає перше місце серед елементів мінерального живлення та лише у корене- і бульбоплодів він може поступатися калію [1].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У зв'язку з тим, що різні сорти й гібриди сільськогосподарських культур мають неоднакові біологічні особливості розвитку і по-різному реагують на родючість ґрунту, попередники, гідротермічні умови, дози добрив, строки і способи їх застосування диференціюють залежно від запланованої врожайності на кожному полі. Чим вищий урожай заплановано і чим нижча родючість ґрунту, тим більше потрібно вносити азотних добрив [3].

Баланс елементів мінерального живлення рослин є найбільш об'єктивним показником ступеня збіднення або збагачення ґрунту певними елементами [4].

Д. М. Прянишников [5] підкреслював, що для одержання високих врожаїв сільськогосподарських культур у польових сівозмінах без втрат родючості ґрунту необхідно застосовувати таку систему удобрення, яка б забезпечувала компенсацію виносу з врожаями азоту і калію не нижче 70–80 %, а фосфору – 100–110 %. Проте внаслідок переходу сільськогосподарського виробництва на інтенсивні технології, застосування сучасних сортів та гібридів і, як наслідок, збільшення врожайності культур, відбувається інтенсифікація деградаційних процесів агроландшафтних систем, формуються інші агроекологічні умови, які вимагають для свого оцінювання нових критеріїв і перегляду загальноприйнятих. Встановлено, що екологічно

безпечний рівень відшкодування вносу на чорноземах азоту і калію повинен становити 70–100 %, а фосфору – 110–130 %, без зниження показників родючості [6].

Метою дослідження було визначити баланс азоту в ґрунті після тривалого (50 років) вирощування сільськогосподарських культур на тлі застосування різних рівнів і систем удобрення в умовах стаціонарного польового досліджу.

**Методика досліджень.** Баланс азоту розраховували на основі даних урожайності культур польової сівозміни у тривалому (з 1964 р.) досліді кафедри агрохімії і ґрунтознавства за 2013–2015 роки. Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на карбонатному лесі. Відомо, що розміри і співвідношення статей надходження і витрат елементів живлення у балансі значно змінюються залежно від природних і господарських умов, тобто від забезпеченості добривами, врожайності культур, рівня родючості ґрунту. Для спрощення розрахунків іноді можна скоротити кількість зіставних та однакових статей як у частині надходження, так і в частині вилучення. Так, кількість азоту, яка надходить у ґрунт з атмосферними опадами, насінням і продукується вільноіснуючими мікроорганізмами, часто відповідає сумарним втратам його від елементів живлення, що надходить з атмосфери та із насінням, може відповідати втратам від ерозії і вимивання. У зв'язку з таким спрощенням у прибутковій частині балансу азоту ми залишили статті надходження з добривами і азот симбіотичний. Для проведення розрахунків вносу елементів живлення рослинами визначали вміст азоту нетоварній частині врожаю [3]. Розрахунки балансу азоту було проведено за умови видалення нетоварної частини врожаю та її залишення на полі на добриво. Надходження азоту в сівозміні визначали за кількістю мінеральних та органічних добрив під кожен культуру польової сівозміни згідно прийнятої схеми та системи застосування добрив. В прибутковій частині балансу, поряд з надходженням поживних речовин за рахунок органічних і мінеральних добрив, була також врахована кількість надходження азоту за рахунок симбіотичної фіксація конюшиною – 70 % від господарського вносу і горохом – з розрахунку 40 кг/т зерна [3]. У витратній частині балансу враховували господарський винос азоту культурами польової сівозміни товарною і нетоварною частиною врожаю та за умови залишення на полі нетоварної частини на добриво.

**Результати досліджень.** В умовах тривалого стаціонарного польового досліді на один гектар посівної площі в середньому за рік з мінеральними та органічними добривами в польовій сівозміні надходить від 45 до 135,5 кг азоту (табл. 1). Узагальнені дані закордонних і вітчизняних вчених свідчать, що за умови достатнього забезпечення зернобобових культур всіма чинниками життя, вони спроможні забезпечити себе азотом на 60...80 % та здатні залишити його в ґрунт і у кількості від 40 до 150 кг/га для потреб наступної культури в сівозміні. Вартість біологічного азоту в 100...150 разів нижче вартості технічного. При цьому, наступні рослини одержують азот без забруднення ґрунту, води і повітря [7].

**1. Середньорічний баланс азоту в ґрунті польової сівозміни за тривалого (з 1664 р.) застосування добрив (2013–2015 рр.), кг/га**

Стаття балансу	Варіант досліду(насиченість 1 га площі сівозміни)									
	Без добрив	N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	N <sub>135</sub> P <sub>135</sub> K <sub>135</sub>	Гній 9 т	Гній 13,5 т	Гній 18 т	Гній 4,5 т + N <sub>22</sub> P <sub>34</sub> K <sub>18</sub>	Гній 9 т + N <sub>45</sub> P <sub>68</sub> K <sub>36</sub>	Гній 13,5 т + N <sub>68</sub> P <sub>101</sub> K <sub>54</sub>
<b>Надходження</b>										
З добривами	-	45,0	90,0	135,0	45,0	68,0	90,0	45,5	90,0	135,5
органічними	-	-	-	-	45,0	68,0	90,0	22,5	45,0	67,5
мінеральними	-	45,0	90,0	135,0	-	-	-	23,0	45,0	68,0
азот симбіотичний	11,9	15,2	16,7	17,3	15,5	16,7	16,9	15,6	17,4	18,5
<b>Разом</b>	<b>11,9</b>	<b>60,2</b>	<b>106,7</b>	<b>152,3</b>	<b>60,5</b>	<b>84,7</b>	<b>106,9</b>	<b>61,1</b>	<b>107,4</b>	<b>154,0</b>
<b>Вилучення</b>										
Господарський винос, у т.ч.	72,3	98,2	121,6	138,1	95,8	111,9	121,2	105,8	128,3	143,9
З нетоварною продукцією	39,4	57,6	71,5	81,5	56,4	69,1	75,6	64,3	80,9	90,5
<b>Разом</b>	<b>111,7</b>	<b>155,8</b>	<b>193,1</b>	<b>219,6</b>	<b>152,2</b>	<b>181,0</b>	<b>196,8</b>	<b>170,1</b>	<b>209,2</b>	<b>234,4</b>
<b>Баланс</b>										
За умови видалення нетоварної частини врожаю	-99,8	-95,6	-86,4	-67,3	-91,7	-96,3	-89,9	-109,0	-101,8	-80,4
За умови залишення її на полі	-60,4	-38,0	-14,9	-14,2	-35,3	-27,2	-14,3	-44,7	-20,9	10,1

Розрахунок кількості симбіотичного азоту, який накопичується завдяки симбіотичній азотфіксації конюшиною та горохом, в умовах досліду становив 11,9–18,5 кг/га за рік. Найменше симбіотично фіксованого азоту рослини накопичували у контрольному варіанті. У варіантах мінеральної системи удобрення його накопичення було 15,2–17,3 кг/га, за органічної – 15,5–16,9 кг/га за рік залежно від доз добрив. Найкраще процес симбіотичної азотфіксації проходив у варіантах поєднаного застосування мінеральних і органічних добрив – 15,6–18,5 кг/га за рік. Проведені розрахунки балансу азоту свідчать, що різні рівні насиченості добривами забезпечують і різне

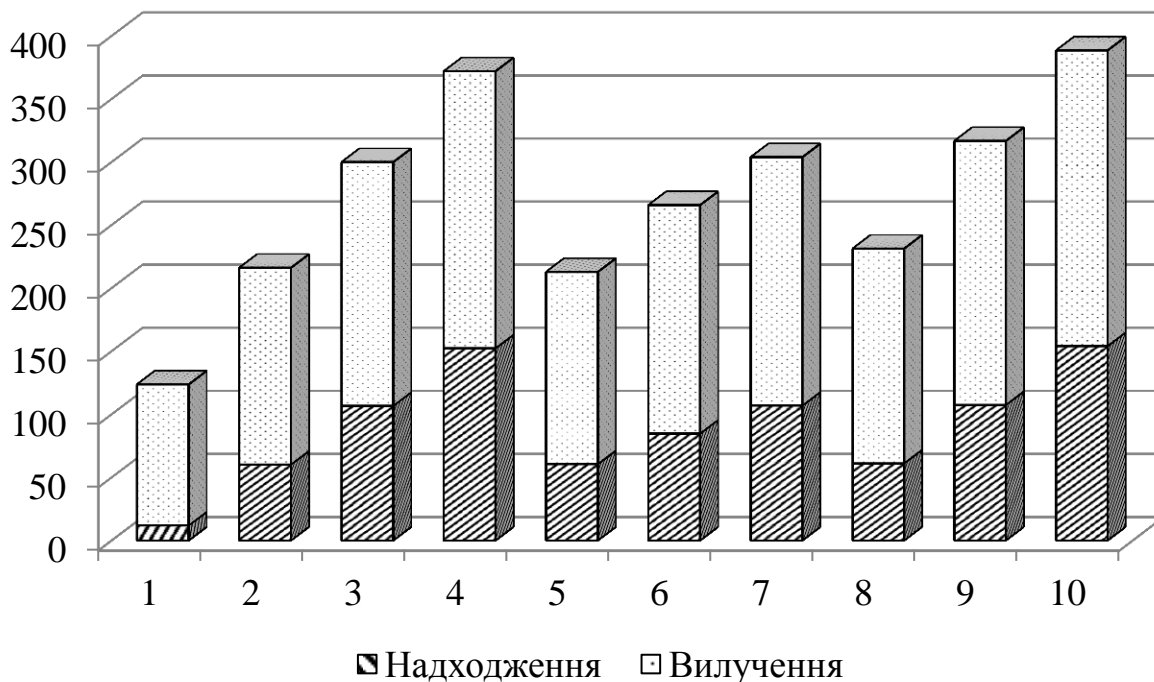
надходження його у ґрунт під культурами польової сівозміни. Так, за мінеральної системи удобрення загальне надходження становило від 60,2 до 152,3 кг/га, за органічної – 60,5–106,9 кг/га і за органо-мінеральної системи удобрення від 61,1 до 154,0 кг/га. Винесення азоту на ділянках без добрив складало 111,7 кг/га за рік. На удобрюваних ділянках винесення азоту культурами польової сівозміни збільшувалось і перевищувало показник на контролі на 44,1–107,9 кг/га за мінеральної системи удобрення, на 40,5–69,3 кг/га за органічної і на 58,4–122,7 кг/га за органо-мінеральної системи удобрення.

Одержані дані показали, що баланс азоту складався нерівномірно і в значній мірі залежав від рівня надходження його з добривами і винесення з урожаєм. Чим менше надходило азоту з добривами, тим більший був його дефіцит. Баланс був бездефіцитним лише за внесення потрійної дози добрив за органо-мінеральної систем удобрення і лише за умови залишення нетоварної частини врожаю на полі. За умови вилучення її з поля середньорічний баланс у всіх варіантах дослідження складається від'ємним – від -67,3 до -95,6 кг/га за мінеральної системи удобрення, від -89,9 до -91,7 – за органічної. За органо-мінеральної системи удобрення дефіцит азоту в польовій сівозміні становив від -80,4 до -109,0 кг/кг.

Вегетативні органи рослин також мають значний уміст азоту, тому залишення нетоварної частини врожаю на полі значно зменшує його дефіцит. Аналіз даних балансу азоту за умови залишення нетоварної частини на полі показав, що баланс у варіанті дослідження без застосування добрив склав лише -60,4 кг/га, що на 65 % менше аналогічного показника за умови вилучення нетоварної частини врожаю з поля (-99,8 кг/га). У варіантах дослідження мінеральної системи удобрення баланс складався від'ємним (від -14,2 до -38,0 кг/га), однак його величина була на 53,1–57,6 кг/га менша за умови повного видалення рослинницької продукції з поля. Меншою величиною від'ємного балансу за умови залишення нетоварної частини врожаю характеризувались варіанти органічної та органо-мінеральної систем удобрення (від -10,9 до -34,7 кг/га), а за третього рівня навіть формувался додатній його середньорічний баланс.

Ємність балансу – сума всіх статей вилучення азоту з ґрунту і надходження його добривами. Вона характеризує величину колообігу речовин, і відповідно чим вища її величина, тим інтенсивніше ведеться землеробство.

Як видно з даних рисунку показано ємність балансу азоту за різних рівнів та систем удобрення в польовій сівозміні. Доведено, що зі збільшення дози внесених добрив зростає ємність балансу, який характеризує величину колообігу азоту в агроценозі.



**Рис. Ємність балансу азоту в ґрунті за тривалого (з 1964 р.) застосування добрив у польовій сівозміні (2013–2015 рр.), кг/(га·рік):**

1– без добрив (контроль); 2)  $N_{45}P_{45}K_{45}$ ; 3)  $N_{90}P_{90}K_{90}$ ; 4)  $N_{135}P_{135}K_{135}$ ; 5) Гній 9 т; 6) Гній 13,5 т; 7) Гній 18 т; 8) Гній 4,5 т +  $N_{22}P_{34}K_{18}$ ; 9) Гній 9 т +  $N_{45}P_{68}K_{36}$ ; 10) Гній 13,5 т +  $N_{68}P_{101}K_{54}$

Отже, баланс азоту в ґрунті під культурами польової сівозміни визначається рівнем застосування під них добрив і винесенням азоту з урожаєм товарної і нетоварної продукції. Застосування азотних добрив у дозі 45–135 кг/га д. р. у складі повного мінерального добрива не забезпечує додатного балансу азоту в ґрунті. Лише сумісне застосування органічних і мінеральних добрив, причому у високих дозах ( $N_{135}P_{135}K_{135}$ ) та за умови залишення нетоварної частини урожаю на полі на добриво, забезпечує додатний баланс азоту в чорноземі опідзоленому. Залишення нетоварної частини врожаю на полі є важливим заходом збереження і підвищення родючості ґрунту.

### Література

1. Петербургский А.В. Ведущая роль азота в повышении урожаев // Химизация сельского хозяйства. 1988. № 12. С. 45–46.
2. Господаренко Г. М. Визначення азоту, фосфору і калію в одній наважці рослинного матеріалу // Збірник наукових праць Уманської державної аграрної академії. 2002. Вип. 54. С. 65 – 71.
3. Господаренко Г.М. Система застосування добрив. Київ, ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА». 2015. 332 с.

4. Балюк С.А., Барахтян В.О., Лазебна М.Є. Методики визначення складу та властивостей ґрунтів. Харків : «Друкарня № 13», 2005. Кн. 2. 224 с.
5. Прянишников Д.Н. Агрохимия : [ред. О.К. Кедрова-Зихман]. В 3-х т. Москва. Колос, 1965. Т. 3: Общие вопросы земледелия и химизации. 767 с.
6. Бердніков О.М., Лісовий Ю.Г., Сорока Ю.В. Баланс азоту, фосфору, калію // Біоенергетичні зрошувані агроєкосистем / За ред. Ю.О. Тараріко. Київ. ДІА, 2010. С. 48–54.
7. Прокопчук І.В., Надточій П.П. Вплив вапнування на фоні тривалого застосування добрив на азотний режим чорнозему опідзоленого в ланках польової сівозміни // Збірник наукових праць Уманського державного аграрного університету. 2003. Вип. 57. С. 97–102 .

### References

1. Petersburgsky A. V. (1988). The leading role of nitrogen in increasing yields // *Chemicals used in agriculture*, 1988. no. 12. pp. 45–46 (in Russian).
2. Hospodarenko H.N. (2002). Determination of nitrogen, phosphorus and potassium in a navazhtsi plant material // *Proceedings of Uman State Agrarian Academy*, 2002. Vol. 54. pp. 65–71 (in Ukrainian).
3. Hospodarenko H.N. (2015). *The system of fertilizer application*. Kyiv. LLC "JUICE GROUP UKRAINE", 2015. 332 p (in Ukrainian).
4. Baluk S.A., Barahtyan V.A., Lazebna M.E. (2005). *Methods of composition and properties of soil*. Kharkiv: "Printing number 13", 2005. Book. 2. 224 pp (in Ukrainian).
5. Pryanishnikov D.N. *Agrohimiya* [Ed. OK. Cedar-Zyhman]. In 3 t. Moscow. Colossus, 1965. Т. 3: General questions and zemledelyya hymyzatsyy. 767 p (in Russian).
6. Berdnikov A., Lisovoy Y.G., Soroka Y.V. (2010). *The balance of nitrogen, phosphorus and potassium* // *Biopower irrigated agro-ecosystems* / Ed. YO Tarariko. Kiev. Dia, 2010. S. 48-54.
7. Prokopchuk I.V., Nadtochiy P.P. (2003). The influence of liming on the background of prolonged use of nitrogen fertilizers on the regime in podzolic chernozem field crop rotation links // *Proceedings of Uman State Agrarian University*. 2003. Vol. 57. S. 97-102 (in Ukrainian).

Одержано 07. 10. 2016

### Аннотация

**Господаренко Г.Н., Прокопчук И.В., Никитина О.В.**

**Баланс азота в почве после длительного применения удобрений в полевом севообороте**

За последние годы в земледелии Украины наметилась негативная тенденция к уменьшению запасов, а соответственно и к негативному балансу питательных элементов в почвах. И на первое место среди макроэлементов с отрицательным

балансом выходит азот, и соответственно является главным лимитирующим элементом. Формирование урожая и его качества. В статье представлены результаты исследований баланса азота при разных уровнях и системах удобрения на вынос азота и соответственно его баланс в чернозёме оподзоленном тяжелосуглинистом. Показатели его поступления с навозом и минеральными удобрениями, а также за счет симбиотической азотфиксации клевером и горохом.

На основании результатов проведенных исследований было установлено, что при всех системах и уровнях применения удобрений среднегодовой баланс азота складывается отрицательно – от -67,3 до -109,0 кг/га севооборотной площади. При этом при условии оставления побочной продукции культур на поверхности поля существенно сокращается вынос азота. Несмотря на отрицательный баланс, его величина существенно уменьшается (до -14,3 -60,4 кг/га), а при органо-минеральной системе удобрений даже наблюдается положительный баланс азота в почве -10,1 кг/га у варианте опыта Навоз 13,5 т/га + NPK.

Поэтому для соблюдения бездефицитного баланса азота в полевом севообороте зерно-пропашного типа и, соответственно, повышения плодородия почв необходимо наряду с внесением органических и минеральных удобрений оставлять на поле в качестве удобрения нетоварную часть урожая.

**Ключевые слова:** азот, баланс азота, ёмкость баланса азота, чернозём оподзоленный, культуры полевого севооборота.

#### **Annotation**

**Hospodarenko H.N, Prokopchuk IV, Nikitina OV**

#### **The balance of nitrogen in the soil after a long application of fertilizers in crop rotation**

*In recent years, in agriculture of Ukraine there has been a negative trend to a decrease in inventories and, consequently, to a negative balance of nutrients in the soil. And in first place among the macronutrients nitrogen comes out with a negative balance, and thus is the main limiting element. Formation of a crop and its quality. The article presents the results of nitrogen balance studies at different levels and systems, manure nitrogen removal and according to its balance chernozem podzolized heavy loamy. Indicators of its receipt of manure and fertilizers, as well as due to symbiotic nitrogen fixation clover and peas.*

*Based on the results of the research it was found that in all systems and levels of nitrogen fertilizer use average balance is negative - from -67.3 to -109.0 kg / ha of crop rotation. At the same time, provided the abandonment of crops by-products in the field of surface removal of nitrogen is significantly reduced. In spite of the negative balance, its value decreases significantly (-14.3 to -60.4 kg / ha), while the organo-mineral fertilizer system is even a positive nitrogen balance in the soil -10.1 kg / ha in variant of the experiment 13 Manure 5 t / ha + NPK.*

*Therefore, to comply with the sufficient balance of nitrogen in the crop rotation of cultivated grain-type and, accordingly, improve soil fertility is necessary along with the application of organic and mineral fertilizers to leave the field as fertilizer monetized part of the crop.*

**Key words:** nitrogen, nitrogen balance, nitrogen balance capacity, podzolized chernozem, culture field rotation.