

**ВПЛИВ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ  
НА ЗАПАСИ СПОЛУК АЗОТУ  
В ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТИХ ҐРУНТАХ****О.М.Бердніков<sup>1</sup>, Л.В.Потапенко<sup>2</sup>, Л.В.Дацько<sup>3</sup>, М.О.Дацько<sup>4</sup>**<sup>1</sup>доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН<sup>2-4</sup>кандидати сільськогосподарських наук<sup>1,2</sup>Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН  
вул. Шевченка, 97, м. Чернігів, 14127, Україна<sup>3,4</sup>Інститут водних проблем і меліорації НААН

вул. Васильківська, 37, м. Київ, 03022, Україна

e-mail: <sup>2</sup>potapienko74@ukr.net, <sup>3</sup>datskoluda@gmail.com, <sup>4</sup>miron\_datsko@ukr.net

Надійшла 18.02.2019

**Мета.** Оцінити вплив різних систем удобрення на зміну азотного режиму дерново-підзолистого супіщаного ґрунту в короткоротаційній плодозмінній сівозміні. **Методи.** Польові — стаціонарні досліді, лабораторні — визначення вмісту азоту легкогідролізованих сполук за Корнфілдом, нітратних та амонійних — іонометричним методом, математико-статистичний аналіз. **Результати.** Розглянуто вплив органічних, мінеральних добрив та їх поєднання на динаміку азоту легкогідролізованих і мінеральних сполук у дерново-підзолистому ґрунті. Здійснено аналіз, оцінку та отримано залежність зміни вмісту доступних сполук азоту від виду добрив. Установлено, що найвищі запаси азоту легкогідролізованих сполук упродовж вегетації за органічної системи удобрення (гній 20 т/га середньосівозмінно) в середньому за 2012–2014 рр. досліджень були 330 кг/га, що у 2,7 рази вище, ніж на контролі або у 1,4–1,9 рази вище, ніж за інших систем удобрення. Частка мінерального азоту від азоту легкогідролізованих сполук зростає з 12% на контролі до майже 30% за внесення 20 т/га гною, що значно поліпшує азотний режим дерново-підзолистого супіщаного ґрунту та азотне живлення рослин. **Висновки.** Запаси мінерального азоту та азоту легкогідролізованих сполук залежали від виду добрив і швидкості його перетворення в ґрунті. Найбільше порівняно з контролем мінерального азоту в ґрунті накопичувалося за органічних систем удобрення у варіантах гній 20 т/га та за поєднання гною із сидератом — 15–66 кг/га, або більше ніж у 4 рази. Найвищі запаси азоту мінеральних сполук за фазами розвитку картоплі були за внесення мінеральних добрив по сидерату — 60–99 кг/га, гною 20 т/га — 57–96 кг/га та за комбінованої системи гній разом із мінеральними добривами — 51–84 кг/га. Збільшення частки сполук мінерального азоту свідчить про інтенсивність процесів розкладу органічної речовини в ґрунті і за відсутності вегетуючих рослин — про можливість вертикальної міграції мінерального азоту та збільшення екологічної напруги регіону.

**Ключові слова:** азотне живлення, система удобрення, азот, азот легкогідролізованих сполук, мінеральний азот.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201906-03>

Під час сільськогосподарської діяльності змінюються спрямованість і швидкість

процесів, які відбуваються в ґрунтах, а також деякі властивості ґрунтів. Унесення добрив

у ґрунт збільшує кількість рухомих сполук елементів живлення, зокрема й азоту, пришвидшує їх перетворення, міграцію та втрати [1, 2].

Азот — єдиний елемент живлення, який входить до складу основних полімерів будь-якої клітини, з'явився в ґрунті завдяки біологічній діяльності [3, 4]. Основними джерелами надходження і накопичення його в ґрунті є кореневі та післяжнивні рештки, побічна продукція вирощуваних культур, мікробіологічна діяльність, органічні та мінеральні добрива, які по-різному впливають на рослину, її ріст, розвиток та врожайність [1, 2, 5]. Уміст загального і доступного азоту для рослин залежить від умісту органічної речовини, яка міститься в ґрунті або потрапляє до нього з післяжнивних-кореновими рештками та добривами. Нестача азоту затримує ростові процеси, а його надлишок сприяє формуванню надмірної вегетативної маси [6]. Проте збільшення не лише валових, а й доступних сполук азоту в ґрунті є рекомендованим агротехнічним заходом, спрямованим на підвищення врожайності сільськогосподарських культур.

Оптимізація азотного живлення рослин є надзвичайно складною стратегією, прорахунки якої можуть не лише коштувати підприємству надмірних витрат, а навіть знижувати врожайність і погіршувати якість вирощеної продукції. Специфіка азотного живлення полягає в тому, що цей елемент має вузький діапазон між мінімумом і максимумом, унаслідок чого на рослини шкідливо впливає як його нестача, так і надлишок [7].

Показник азоту легкогідролізованих сполук характеризує вміст потенційно доступного для рослин цього елемента, який пов'язаний із мінералізацією органічної частини і залежить від умов, що впливають на біологічні процеси в ґрунті. Так, у дерново-підзолистих ґрунтах його частка становить 30–40% від загального, у чорноземах Степу — 20–30% [8]. Кількісна і якісна оцінка вмісту мінерального азоту в ґрунті дає можливість точніше встановлювати оптимальні норми азотних добрив і коригувати строки їх унесення [8, 9]. Зазвичай азотний режим ґрунту залежить від виду добрив і строків унесення.

**Мета досліджень** — оцінити вплив різних систем удобрення на зміну азотного режиму

дерново-підзолистого супіщаного ґрунту в короткоротаційній плодозмінній сівозміні.

**Матеріали та методи досліджень.** Потрібні дані отримано під час польових і лабораторних досліджень, їх аналізу, узагальнення та математичної обробки. Дослідження проводили в польовому стаціонарному досліді Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН на дерново-підзолистому супіщаному ґрунті (Лівобережне Полісся Чернігівської обл.) у 2012–2014 рр. Основні агрохімічні показники у шарі 0–20 см такі: уміст гумусу — 1,1%, азоту легкогідролізованих сполук — 97 мг/кг ґрунту, мінерального азоту — 7, рухомих сполук фосфору — 135, рухомих сполук калію — 80 мг/кг ґрунту,  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  — 4,9.

Дослідження проводили в плодозмінній короткоротаційній сівозміні з таким розміщенням культур: конюшина, пшениця озима, картопля, пшениця яра. Зокрема, уміст сполук азоту в ґрунті досліджували в полі картоплі. У стаціонарному досліді поряд з контролем досліджували 3 системи удобрення з такими варіантами (середньосівозмінні норми):

1 — органічна: гній 10 т/га (Гн10); гній 20 т/га (Гн20); сидерат люпин вузьколистий 5 т/га (Сд1); гній 10 т/га + сидерат жито озиме (Гн10+Сд2);

2 — мінеральна:  $\text{N}_{60}\text{P}_{64}\text{K}_{71}$  ( $\text{N}_{60}\text{P}_{64}\text{K}_{71}$ );

3 — органо-мінеральна: сидерат люпин вузьколистий +  $\text{N}_{60}\text{P}_{64}\text{K}_{71}$  (Сд1+ $\text{N}_{60}\text{P}_{64}\text{K}_{71}$ ); гній 10 т/га +  $\text{N}_{60}\text{P}_{64}\text{K}_{71}$  (Гн10+ $\text{N}_{60}\text{P}_{64}\text{K}_{71}$ ).

Підготовку ґрунту, сівбу, догляд за посівами та збирання врожаю здійснювали згідно із зональними рекомендаціями.

У зразках ґрунту досліджували вміст азоту легкогідролізованих сполук (Nлг) за Корнфілдом [10], уміст мінеральних нітратного та амонійного азоту ( $\text{N}-\text{NO}_3+\text{N}-\text{NH}_4$ ) — іонометричним методом [11], оцінювали запаси та здійснювали їх математико-статистичний аналіз.

**Результати досліджень.** Найвищі запаси азоту легкогідролізованих сполук за вирощування картоплі були на фоні органічної системи удобрення, саме подвійної норми гною — 330 кг/га. Порівняно з контролем у цьому варіанті удобрення запаси Nлг збільшилися на 210 кг/га, або у 2,8 раза (таблиця). Збільшення запасів відбувалося

**Запаси азоту легкогідролізованих і мінеральних сполук за різного удобрення картоплі в шарі ґрунту 0–20 см (середнє за 2012–2014 рр.)**

Варіант удобрення	Запаси рухомих сполук азоту			
	легкогідролізованих (Нлг)		мінеральних (N–NO <sub>3</sub> +N–NH <sub>4</sub> )	
	кг/га	+/- до контролю	кг/га	+/- до контролю
Контроль	120	–	15	–
<i>Органічна система удобрення</i>				
Гн10	231	+111	46	+31
Гн20	330	+210	65	+50
Сд1	168	+48	42	+27
Гн10+Сд2	234	+114	67	+52
<i>Мінеральна система удобрення</i>				
N <sub>60</sub> P <sub>64</sub> K <sub>71</sub>	177	+57	41	+26
<i>Органо-мінеральна система удобрення</i>				
Сд1+N <sub>60</sub> P <sub>64</sub> K <sub>71</sub>	198	+78	51	+36
Гн10+N <sub>60</sub> P <sub>64</sub> K <sub>71</sub>	195	+25	55	+40
НІР <sub>05</sub>	8		2	

за тривалого застосування всіх варіантів удобрення. За мінеральної системи удобрення картоплі (N<sub>60</sub>P<sub>64</sub>K<sub>71</sub>) та приорювання сидерата приріст азоту легкогідролізованих сполук був найнижчий порівняно з іншими варіантами, порівняно з контролем — на 57 та 48 кг/га, або 47 та 40% вищим.

Найнижчі запаси мінерального азоту — 15 кг/га були на контролі (див. таблицю). Дослідження показали, що тривале застосування різних систем удобрення по-різному впливало на динаміку цього показника. Найбільше мінерального азоту в ґрунті накопичувалося у варіантах із подвійною нормою гною та гній+сидерат, запаси N–NO<sub>3</sub>+N–NH<sub>4</sub> збільшилися з 15 до 65–67 кг/га, тобто більше ніж у 4 рази порівняно з контролем.

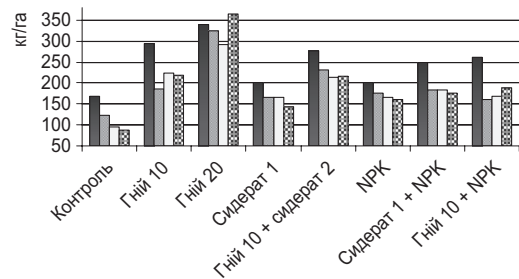
За тривалого застосування органо-мінеральних систем удобрення (варіанти Сд1+N<sub>60</sub>P<sub>64</sub>K<sub>71</sub> та Гн10+N<sub>60</sub>P<sub>64</sub>K<sub>71</sub>) запаси мінерального азоту збільшилися у 3,4–3,6 рази. Найнижчий приріст відзначено за застосування сидеральної і мінеральної систем удобрення — 2,8 та 2,6 рази відповідно.

Слід зазначити, що чим вища норма добрив, тим більші зміни азоту легкогідролізованих сполук відбуваються за фазами розвитку картоплі (рис. 1). У всіх варіантах удобрення, де є гній, до фази цвітіння відбувається

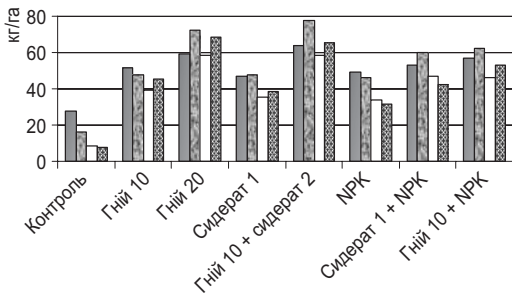
зменшення запасів азоту легкогідролізованих сполук, у фазі відмирання бадилля запаси азоту легкогідролізованих сполук збільшуються.

За органічної системи удобрення, зокрема внесення подвійної норми гною, запаси азоту легкогідролізованих сполук у фазі сходів становили 339 кг/га, фазі бутонізації зменшилися на 15 кг/га, фазі цвітіння — на 11% порівняно із фазою бутонізації. У фазі відмирання бадилля відбулося збільшення вмісту азоту легкогідролізованих сполук до 366 кг/га.

Збільшення запасів азоту легкогідролізованих сполук забезпечувало застосування



**Рис. 1.** Запаси азоту легкогідролізованих сполук у шарі ґрунту 0–20 см за фазами розвитку картоплі (середнє за 2012–2014 рр.): ■ — сходи; ■ — бутонізація; □ — цвітіння; ▣ — відмирання бадилля. Для рис. 1–3



**Рис. 2.** Запаси мінеральних сполук азоту у шарі ґрунту 0–20 см за фазами розвитку картоплі, кг/га

одинарної норми гною, зокрема у фазі сходів цей показник був найвищим (294 кг/га), під час бутонізації запаси сполук азоту зменшилися на 37%, далі підвищувалися. Саме під час цвітіння і відмирання бадилля запаси азоту легкогідролізованих сполук становили відповідно 225 і 219 мг/кг ґрунту. За поєднаного застосування 10 т/га гною та мінеральної системи у фазі сходів запаси Nлг становили відповідно 261, 162, 168 та 189 кг/га.

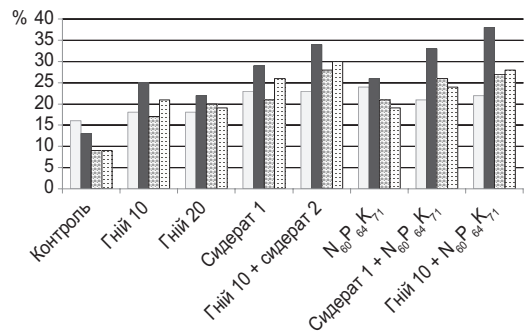
Унесення одинарної норми гною разом із мінеральними добривами та мінеральних добрив у поєднанні із сидератом також сприяло збільшенню азоту легкогідролізованих сполук за фазами розвитку порівняно з контролем.

Спостереження за динамікою вмісту мінерального азоту показало, що на контролі та за мінеральної системи удобрення найвищі його запаси були на початку вегетації картоплі (у фазі сходів) — 27 та 49 кг/га, які до кінця вегетації знижувалися у 3,5 та 1,5 раза відповідно (рис. 2).

Найвищі запаси мінерального азоту були за внесення сидерата разом із гноем і за фазами розвитку становили 58–74 кг/га, Гн20 — 58–72 та Гн10 + мінеральна система — 45–62 кг/га.

Висока розораність сільськогосподарських угідь, насичення ріллі енергоємними культурами, недотримання науково обґрунтованої кількості внесення добрив впливають на мінералізаційно-імобілізаційні процеси в ґрунтах та зміну азотного фонду [9, 12, 13].

Нами було проведено порівняльну оцінку впливу систем удобрення на співвідношення азоту мінеральних до азоту



**Рис. 3.** Співвідношення мінеральних сполук азоту до азоту легкогідролізованих сполук за вирощування картоплі в різні фази її розвитку, %

легкогідролізованих сполук. Дослідженнями встановлено, що за вирощування картоплі найменша частка мінерального азоту спостерігалася на початку вегетації (у фазі сходів) і залежала від систем удобрення (рис. 3). Найнижчий показник був на контролі і становив 16%. За внесення мінеральних добрив частка мінерального азоту збільшилася до 24%. Досить високе співвідношення також відзначали за внесення сидерата та гною разом із сидератом. Цей показник становив 23%.

У фазі бутонізації спостерігався перерозподіл співвідношення азоту мінеральних до азоту легкогідролізованих сполук, зокрема, найвищим показник був за внесення Гн10+N<sub>60</sub>P<sub>64</sub>K<sub>71</sub> і становив 38%. За внесення Сд1+N<sub>60</sub>P<sub>64</sub>K<sub>71</sub> та Гн10+Сд 2 ці показники становили 33 та 34%.

У фазі цвітіння та відмирання бадилля співвідношення мінерального азоту до азоту легкогідролізованих сполук було невисоким, мінімальний показник на контролі становив 9%. За внесення гною із сидератом та органо-мінеральної системи удобрення в цих фазах порівняно з іншими варіантами були найвищі показники, які становили відповідно 28 і 30 та 27 і 28%. На кінець вегетації відбулося зменшення співвідношення частки цих сполук, що свідчить про зниження процесів мінералізації в ґрунті.

Отже, збільшення частки мінерального азоту свідчить про інтенсивність процесів мінералізації органічної речовини та потребу в пошуку інших форм та комбінацій органічних і мінеральних добрив для зменшення непродуктивних його втрат.

## Висновки

Запаси азоту легкогідролізованих сполук за вирощування картоплі найбільші за органічної системи удобрення, зокрема за тривалого внесення 20 т гною. Порівняно з контролем за цієї системи удобрення вміст азоту легкогідролізованих сполук у ґрунті збільшився у 2,8 раза. Спостереження за динамікою запасів азоту легкогідролізованих сполук підтвердили, що чим вища норма добрив, тим більше змінюється цей показник за фазами розвитку культури.

Запаси мінеральних сполук азоту в ґрунті також залежали від виду добрив та швидкості перетворення сполук азоту в ґрунті. Найбільше мінерального азоту в ґрунті накопичувалося за органічних систем удобрення у варіантах Гн20 та Гн10 + сидерат. Запаси мінерального азоту збільшилися з 55 до 66 кг/га, тобто більше, ніж у 4 рази порівняно з контролем.

Найвищі запаси азоту мінеральних сполук за фазами розвитку картоплі були за приорювання сидерата разом із мінеральними добривами — 60–99 кг/га, за унесення подвійної норми гною — 57–96, органо-мінеральної системи — 51–84 кг/га.

Частка мінерального азоту тісно пов'язана з видом та кількістю добрив. За використання традиційного органічного добрива — гною відбувалося рівномірніше забезпечення рослин азотом упродовж вегетації, ніж за поєднання різних видів органічних добрив.

Підвищене співвідношення частки мінерального азоту до азоту легкогідролізованих сполук свідчить про те, що у ґрунті інтенсивно відбуваються мінералізаційно-імобілізаційні процеси перетворення органічної речовини та азотних сполук. Особливо це відзначається за органо-мінеральних систем удобрення.

**Бердников А.М.**<sup>1</sup>, **Потапенко Л.В.**<sup>2</sup>, **Дацько Л.В.**<sup>3</sup>, **Дацько М.О.**<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, ул. Шевченко, 97, г. Чернігов, 14027, Україна, <sup>3</sup> Інститут водних проблем і меліорації НААН, ул. Васильковская, 37, г. Київ, 03022, Україна; e-mail: <sup>2</sup>potapienko74@ukr.net, <sup>3</sup>datskoluda@gmail.com, <sup>4</sup>miron\_datsko@ukr.net

### **Влияние систем удобрения на запасы соединений азота в дерново-подзолистых почвах**

**Цель.** Оценить влияние различных систем удобрения на смену азотного режима дерново-подзолистой супесчаной почвы в короткороционном плодосменном севообороте. **Методы.** Полевые — стационарные опыты, лабораторные — определение содержания азота легкогидролизующих соединений за Корнфилдом, нитратных и аммонийных — ионометрическим методом, математико-статистический анализ. **Результаты.** Рассмотрено влияние органических, минеральных удобрений и их сочетания на динамику азота легкогидролизующих и минеральных соединений в дерново-подзолистой почве. Осуществлены анализ, оценка, получена зависимость изменений содержания доступных соединений азота от вида удобрений. Установлено, что самые высокие запасы азота легкогидролизующих соединений в течение вегетации при органической системе удобрения (навоз 20 т/га среднесевооборотно) в среднем за 2012–2014 гг. исследований были

330 кг/га, что в 2,7 раза выше, чем на контроле, или в 1,4–1,9 раза выше, чем при других системах удобрения. Доля минерального азота от азота легкогидролизующих соединений возрастает от 12% на контроле почти до 30% при внесении 20 т/га навоза, что значительно улучшает азотный режим дерново-подзолистой супесчаной почвы и азотное питание растений. **Выводы.** Запасы минерального азота и азота легкогидролизующих соединений зависели от вида удобрений и скорости его превращения в почве. Больше по сравнению с контролем минерального азота в почве накапливалось за органических систем удобрения у вариантах навоз 20 т/га и сочетание навоза с сидератом, с 15 до 66 кг/га, или более чем в 4 раза. Самые высокие запасы азота минеральных соединений по фазам развития картофеля были при внесении минеральных удобрений по сидерату — 60–99 кг/га, навоза 20 т/га — 57–96 и при комбинированной системе навоз вместе с минеральными удобрениями — 51–84 кг/га. Увеличение доли соединений минерального азота свидетельствует об интенсивности процессов разложения органического вещества в почве и при отсутствии вегетирующих растений — о возможности вертикальной миграции минерального азота и увеличении экологического напряжения региона.

**Ключевые слова:** азотное питание, система удобрения, азот, азот легкогидролизующих соединений, минеральный азот.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agroviznyk201906-03>

**Berdnikov O.**<sup>1</sup> **Potapenko L.**<sup>2</sup> **Datsko L.**<sup>3</sup> **Datsko M.**<sup>4</sup>  
<sup>1, 2</sup>*Institute of agricultural microbiology and agroindustrial production of NAAS, Shevchenko Str., 97, Chernihiv, 14027, Ukraine,* <sup>3, 4</sup>*Institute of water problems and amelioration of NAAS, Vasylykivska Str., 37, Kyiv, 03022, Ukraine; e-mail: <sup>2</sup>potapenko74@ukr.net, <sup>3</sup>datskoluda@gmail.com, <sup>4</sup>miron\_datsko@ukr.net*

### **Influence of fertilizer systems on stores of joints of nitrogen in sod-podzolic soils**

**The purpose.** To assess influence of different fertilizer systems on change of nitrogenous regime of sod-podzolic sandy loam soil in short-term field crop rotation. **Methods.** Field — stationary experiments, laboratory — determination of the content of nitrogen of easy hydrolyzable joints according to Cornfield, nitrate and ammonium — using ionometer method, mathematical-statistical analysis. **Results.** Influence is considered of organic, mineral fertilizers and their combination on dynamics of nitrogen of easy hydrolyzable and mineral joints in sod-podzolic soil. Analysis, assessment are realized, and dependence of changes of the content of accessible joints of nitrogen on sort of fertilizers is gained. It is established that the highest stores of nitrogen of easy hydrolyzable joints during vegetation at organic fertilizer system (dung — 20 t/hectare — average during crop rotation) on the average for 2012–2014 were 330 kg/hectare, that in 2,7 times

above, than in control, or in 1,4–1,9 times above, than at other fertilizer systems. The share of mineral nitrogen from nitrogen of easy hydrolyzable joints increases from 12% in control almost up to 30% at importation of dung in dose of 20 t/hectare, that considerably improves nitrogenous regime of sod-podzolic sandy loam soil and nitrogen nutrition of plants. **Conclusions.** Stores of mineral nitrogen and nitrogen of easy hydrolyzable joints depend on sort of fertilizer and speed of its transformation in soil. More mineral nitrogen was accumulated in soil at organic fertilizer systems (dung — 20 t/hectare) and at use of combination of dung and green manure crop — from 15 up to 66 kg/hectare, or more than in 4 times. The highest stores of nitrogen of mineral joints on phases of growth of potato were at importation of fertilizers on green manure crop — 60–99 kg/hectare, dung — 20 t/hectare — 57–96, and at the combined system — dung together with fertilizers — 51–84 kg/hectare. Increase of share of joints of mineral nitrogen testifies to intensity of processes of molding of organic substance in soil, and at absence growing plants — about an opportunity of vertical migration of mineral nitrogen and increase of ecological load of region.

**Key words:** *nitrogen nutrition, fertilizer system, nitrogen, nitrogen of easy hydrolyzable joints, mineral nitrogen.*

**DOI:** <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201906-03>

## **Бібліографія**

1. Кореньков Д.А. Продуктивное использование минеральных удобрений. Москва: Россельхозиздат, 1985. 221 с.
2. Малюга Ю.Е. Теоретическое обоснование эффективности азотных удобрений пролонгированного действия в лесном и сельском хозяйстве Украины. Харьков: ЧПИ «Новое слово», 2006. 438 с.
3. Мельничук Д., Мельников М., Хофман Дж. та ін. Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення: підручник; за ред. Дж. Хофмана, Д. Мельничука, М. Городнього. Київ: Арістей, 2004. 488 с.
4. Волкогон К.І., Бердніков О.М., Потапенко Л.В. Особливості трансформації азоту в системі ґрунт — мікроорганізми — рослини ячменю ярого за використання мікробного препарату Мікрогуміну. *Сільськогосподарська мікробіологія: міжвід. темат. наук. зб. Чернівці*, 2009. Вип. 9. С. 59–67.
5. Федоров А.А. Оценка содержания в почве элементов минерального питания, доступных растениям. *Агрохимия*. 2002. № 13. С. 15–22.
6. Коваленко С.А., Матухно Ю.Д., Мукосій М.П. Зміни показників балансу гумусу у ґрунтах сільськогосподарських угідь Чернігівської області. *Агрологічний журнал*. 2013. № 3. С. 52–57.
7. Веремеєнко С.І., Польовий В.М., Трушева С.С.

Зміна складу та властивостей дерново-підзолистих ґрунтів Полісся України під впливом тривалого сільськогосподарського використання: монографія. Рівне: НУВГП, 2013. 180 с.

8. Брошак І.С., Венгліньський М.О., Гаврилюк В.Б. та ін. Періодична доповідь «Про стан ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення України»; за ред. І.П. Яцука. Київ, 2015. 118 с.

9. Никитишен В.И. Факторы, обуславливающие последствие азотных и фосфорных удобрений. *Плодородие*. 2004. № 2. С. 18–21.

10. *Методические указания по определению щелочногидролизующего азота в почве по методу Корнфилда*. Москва: Издательство ЦИНАО, 1985. 8 с. (Введ. 11.04.85).

11. ДСТУ 4729:2007 Якість ґрунту. Визначання нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦ ІГА ім. О.Н. Соколовського: ДСТУ 4729:2007. [Чинний від 01–07–2007]. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 9 с. (Національні стандарти України).

12. Мазур Г.А. Відтворення і регулювання родючості легких ґрунтів: монографія; за ред. В.Ф. Сайка. Київ: Аграрна наука, 2008. 308 с.

13. Malakouti M.J. The effect of micronutrients in ensuring efficient use of macronutrients. *Turkish J. of Agriculture and Forestry*. 2008. Т. 32, № 3. Р. 215–220.