

## ЕКОБЕЗПЕЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ ДОБРИВ У КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ ЛІСОСТЕПУ

Д.В. Літвінов

ННЦ «Інститут землеробства НААН»

*Важливими чинниками впливу на екологічну збалансованість агробіоценозів Лівобережного Лісостепу є мінеральні добрива та чергування культур у сівозмінах. Внесення  $N_{45-75}P_{42-60}K_{55-75} + 10$  т гною в 2–5-пільних сівозмінах на чорноземі типовому спричиняло зміни у процесах трансформації рухомого азоту в ґрунті. Встановлено, що внесення на 1 га сівозмінної площі  $N_{45}P_{42}K_{55} + 10$  т гною запобігало витратам рухомого азоту ґрунту на процеси іммобілізації та сприяло необхідному забезпеченню нітратним азотом сільськогосподарських культур за відсутності непродуктивних втрат з орного шару ґрунту. Збільшення середньосівозмінної дози добрив до  $N_{75}P_{60}K_{75} + 10$  т гною спричиняло зростання концентрації нутрієнтів у нижніх шарах ґрунту, створюючи ризики їх непродуктивних втрат унаслідок радіальної та латеральної міграції.*

**Ключові слова:** короткоротаційні сівозміни, добрива, нітрати, сільськогосподарські культури.

Порушення екологічного зрівноваження в агроландшафтах часто зумовлено використанням саме агрохімікатів у землеробстві. Зростаючі темпи хімізації землеробства не дали очікуваних результатів, натомість гостро постала проблема забруднення довкілля, погіршення якості сільськогосподарської продукції. Основними чинниками забруднення довкілля добривами є порушення агротехнічних вимог щодо їхнього використання [1]. Важливість визначення оптимальних доз мінеральних добрив у технологіях вирощування сільськогосподарських культур — загальновідома. Насамперед це стосується мінерального азоту, оскільки надлишок елемента в ґрунті спричиняє забруднення навколишнього природного середовища та ризик захворювання людини та тварин [2, 3].

Екологічне значення сівозмін полягає в тому, що саме раціональне чергування культур у часі дає змогу якнайкраще використовувати вирощуваними рослинами екологічні чинники середовища — ґрунтові умови, воду, поживні речовини. На фоні високого рівня агротехніки коефіцієнти використання запасів азотного фонду

ґрунту і мінеральних добрив обумовлено біологічними особливостями культур. Так, найкраще використовують азотні сполуки ґрунту технічні культури, зокрема соняшник (22–32%), серед зернових — пшениця озима (30–37%). Проте коефіцієнт використання азоту з добрив у рослин соняшнику низький (25–26%), а серед зернових — у кукурудзи на зерно (23–33%) [4]. Тому саме впровадження і освоєння екологічно збалансованих сівозмін, що відповідають вимогам науково обґрунтованого чергування культур за законами плодозміни, зменшить обсяг спеціальних захисних заходів та забезпечить сталість агроєкосистеми [5, 6].

Метою наших досліджень було виявити закономірності формування азотного режиму ґрунту за вирощування сільськогосподарських культур у короткоротаційних сівозмінах.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили на базі тривалого стаціонарного досліді впродовж 2006–2011 рр. на Панфільській дослідній станції ННЦ «Інститут землеробства НААН». За даними агрохімічного аналізу досліджених зразків ґрунту чорнозему типового малогумусного — уміст гумусу в

орному шарі варіює у незначному проміжку — від 3,08 до 3,15%, у підорному — від 2,72 до 2,9%. Ґрунт характеризується високим умістом фосфору — 23,3–27,0 мг/100 г в орному і 22,7–27,0 мг — у підорному шарі, високим і середнім умістом обмінного калію — 8–10 мг/100 г ґрунту. Реакція ґрунтового розчину — слабокисла, ступінь насичення вбирного комплексу основами високий (85–99%). За своїм складом і властивостями ґрунт цілком придатний для вирощування сільськогосподарських культур, що рекомендовані для цієї зони. Повторення досліді — триразове, на восьми ярусах (полях). Загальна кількість ділянок — 168, посівна площа однієї ділянки — 90 м<sup>2</sup> (6×15 м), облікова — 40 м<sup>2</sup>.

Розміщення ділянок — систематичне. У досліді використано загальноприйнятту агротехніку, рекомендовану для зони проведення досліджень. Захист рослин від шкідників, хвороб і бур'янів визначався і координувався на основі даних спостережень їх розвитку відповідно до умов року.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Результати наших досліджень щодо формування азотного режиму ґрунту на фоні застосованих систем удобрення і доз добрив у сівозмінах віддзеркалюють різні періоди вегетації пшениці озимої, ярих зернових колосових, зернобобових і просапних культур, які вирощували у 2–5-пільних сівозмінах (таблиця).

#### Варіанти сівозмін та системи удобрення культур

№ варіанта	Чергування й удобрення культур у сівозміні					На 1 га ріллі вносили:			
	I	II	III	IV	V	гною, т	N	P	K
1	горох (без добрив)	пшениця озима (без добрив)	кукурудза на зерно (без добрив)	ячмінь ярий (без добрив)		–	–	–	–
2	горох (N <sub>0</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub> )	пшениця озима (N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> )	кукурудза на зерно (N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> )	ячмінь ярий (N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> )		–	45	42	55
3	горох (N <sub>0</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub> )	пшениця озима (N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> )	кукурудза на зерно (N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> +40 т/га гною)	ячмінь ярий (N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> )		10	45	42	55
4	горох (без добрив)	пшениця озима (без добрив)	кукурудза на зерно 40 т/га гною	ячмінь ярий (без добрив)		10	–	–	–
5	горох (п.п.к.п.)*	пшениця озима (п.п.к.п.)	кукурудза (40 т/га гною + п.п.к.п.)	ячмінь ярий (п.п.к.п.)		10 + (п.п.к.п.)	–	–	–
7	горох (N <sub>0</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub> )	пшениця озима (N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> )	овес (N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> + 40 т/га гною)	ячмінь ярий (N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> )		10	45	42	55
8	гречка (N <sub>30</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub> )	пшениця озима (N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> )	буяки цукрові (N <sub>90</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub> + 30 т/га гною)			10	60	67	67

№ варіанта	Чергування й удобрення культур у сівозміні					На 1 га ріллі вносили:			
	I	II	III	IV	V	гною, т	N	P	K
10	соя (N <sub>0</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub> )	пшениця озима (N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> )	кукурудза на зерно (NN <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> + 30 т/га гною)			10	40	43	53
13	горох (N <sub>0</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub> )	пшениця озима (N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> )	сосяшник (N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + 20 т/га гною)	ячмінь ярий (N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> )	кукурудза на зерно (N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> + 30 т/га гною)	10	54	46	62
14	багаторічні бобові трави (N <sub>0</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub> )	пшениця озима (N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> )	кукурудза на зерно (NN <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> )	ячмінь ярий з підсівом трав (N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> )		–	45	42	55
16	сосяшник (N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + 20 т/га гною)	пшениця яра (N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> )				10	75	60	75

Примітка: \* п.п.к.п. — побічна продукція культури-попередника.

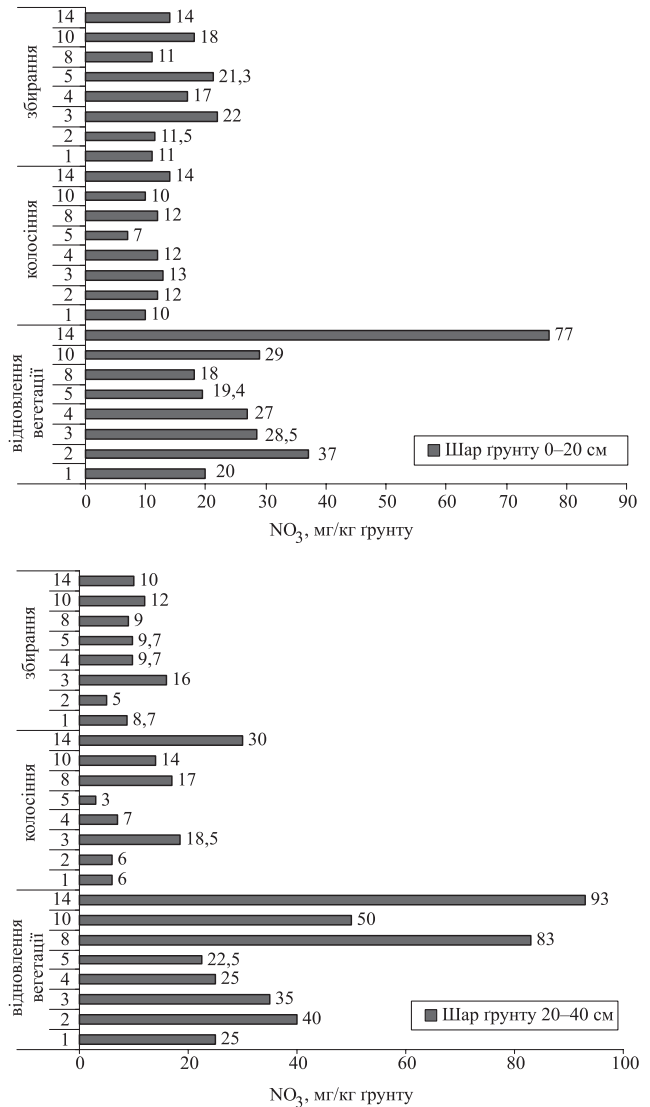
Дослідження азотного режиму ґрунту свідчать, що з підвищенням середньодобової температури повітря понад +5°C процес нітрифікації в ґрунті прискорювався. Зокрема, кількість NO<sub>3</sub> в орному шарі ґрунту 0–20 см різних досліджуваних полів пшениці озимої на час відновлення вегетації варіювала залежно від системи удобрення (вар. 1–5) від 19 до 38 мг/кг ґрунту, а в підорному — від 20 до 40 мг/кг (рис. 1).

Застосування добрив у системах удобрення культур у сівозмінах, у т. ч. і пшениці озимої, по-різному впливало на процеси трансформації рухомого азоту в ґрунті. На час відновлення вегетації пшениці озимої процеси нітрифікації в орному і підорному шарах ґрунту найактивніше відбувалися у варіанті 2 — за мінеральної системи удобрення культур сівозміні і у варіанті 3 — за органо-мінеральної системи удобрення культур, а саме, за внесення під пшеницю озиму N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> на фоні післядії гною.

Децю повільніше весняне накопичення NO<sub>3</sub> у ґрунті спостерігалось у полях, де пшеницю озиму вирощували без внесення добрив (вар. 1), а найнижче — у полі пшениці на фоні приораної соломи гороху і післядії гною (вар. 5). Результати досліджень свідчать, що на процеси трансформації рухомого азоту в ґрунті мають вплив культури-попередники. Зокрема, весняне накопичення NO<sub>3</sub> в ґрунті найактивніше відбувалося у полі, де пшеницю озиму вирощували після багаторічних бобових трав і гороху за прямої дії NPK (вар. 14 і 2), кількість нітратів у орному та підорному шарах ґрунту становила 40–77 та 38–93 мг/кг ґрунту відповідно. У полях з пшеницею озимою, висіяною після гречки (вар. 8) і сої (вар. 9) за прямої дії NPK і післядії гною, висока активність процесу нітрифікації ґрунту спостерігалася у підорних шарах — кількість NO<sub>3</sub> сягала 50 (вар. 10) і 83 мг/кг ґрунту (вар. 8).

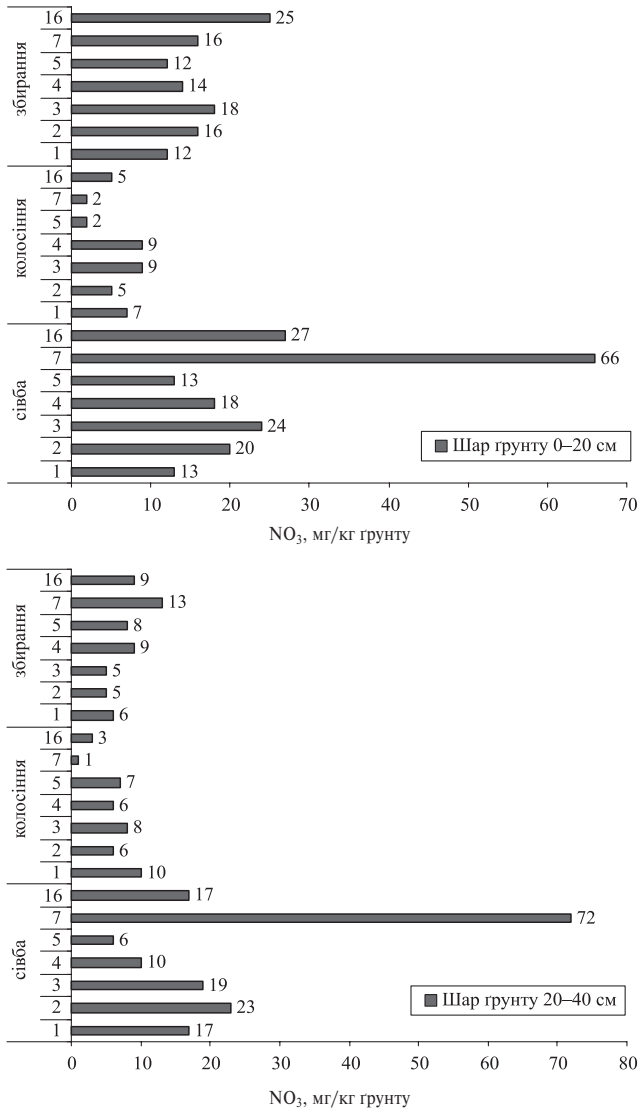
Формування азотного режиму у зораних восени полях на зяб під ярі польові культури, зокрема, під ранні ярі зернові колосові, овес, ячмінь, пшеницю яру засвідчило, що кількість нітратного азоту в ґрунті на час сівби цих культур в орному шарі була на рівні 13–66 мг/кг ґрунту (рис. 2). Така значна розбіжність абсолютних величин обумовлюється насамперед різним рівнем удобрення полів восени під зяблеву оранку. У полях, де восени не вносили добрив (вар. 1) або ж пріорювали тільки подрібнену масу стебел кукурудзи (вар. 5) без додавання мінерального азоту, накопичення  $\text{NO}_3$  в ґрунті у кількісному відношенні було найнижчим порівняно з іншими полями, що відбувається завдяки активному процесу біологічної іммобілізації окислених форм азоту в ґрунті ( $\text{NO}_3$ ), і не перевищувало навесні 10–13 та 6–17 мг/кг ґрунту в орному та підорному шарах ґрунту відповідно. Загальна забезпеченість шару ґрунту 0–40 см на  $\text{NO}_3$  весною становила 23 мг/кг (вар. 5) і 37 мг/кг ґрунту (вар. 1).

Особливо інтенсивно накопичувався нітратний азот навесні в орному й підорному шарах ґрунту у полі з посівами вівса, що зумовлено високим рівнем застосування добрив восени (гній 40 т/га +  $\text{N}_{60}\text{P}_{40}\text{K}_{60}$ ). Отже, осіннє забезпечення ґрунту мінеральним азотом значною мірою запобігало витратам рухомого азоту ґрунту на процеси іммобілізації в усіх удобрених з осені полях. Як засвідчили результати досліджень, весняне забезпечення ґрунту рухомим азотом у формі  $\text{NO}_3$  здебільшого задовольняло початок вегетації рослин. З настанням періоду активної вегетації зернових колосових показник кількості нітратного



**Рис. 1.** Динаміка  $\text{NO}_3$  в ґрунті у посівах пшениці озимої за різних попередників і систем удобрення, середнє за 2006–2011 рр.: варіанти удобрення: 1 — контроль (без добрив); 2, 14 —  $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ ; 3, 8, 10 —  $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$  + післядія гною; 4 — післядія гною; 5 — солома гороху + післядія гною. Попередники: горох — (1–5), гречка (8), соя (10), люцерна (14)

азоту в ґрунті стрімко зменшувався і вже на початку коłosіння пшениці озимої і трубкування ярих коłosових мав найменші величини (рис. 1–2). Почався процес прихованої нітрифікації азоту ґрунту, коли



**Рис. 2.** Динаміка NO<sub>3</sub> в ґрунті впродовж вегетації ярих зернових колосових за різних систем удобрення, середнє за 2006–2011 рр.: варіанти удобрення: 1 — ячмінь ярий, контроль (без добрив); 2 — ячмінь ярий, N<sub>60</sub>P<sub>40</sub>K<sub>60</sub>; 3 — ячмінь ярий, N<sub>60</sub>P<sub>40</sub>K<sub>60</sub> + післядія гною; 4 — ячмінь ярий, післядія гною, 5 — ячмінь ярий, стебла кукурудзи + післядія гною, 7 — овес, гній 40 т/га + N<sub>60</sub>P<sub>40</sub>K<sub>60</sub>; 16 — пшениця яра, N<sub>60</sub>P<sub>40</sub>K<sub>60</sub> + післядія гною

нітратний азот, що безумовно утворювався і надходив до ґрунтового розчину, швидко поглинався рослинами, унаслідок чого в ґрунті постійно фіксувалася саме та незнач-

на його кількість, що в аналітичному вимірюванні позначається терміном «сліди».

Лише після закінчення активної вегетації рослин, коли споживання азоту з ґрунту припиняється (у пшениці озимій — на час воскової стиглості зерна, у ярих колосових — наприкінці цвітіння), в ґрунті за умови наявності вологи починається процес накопичення нітратів. Тому можна констатувати, що пшениця озима найдовше вегетувала за вирощування після багаторічних трав (вар. 14), гречки (вар. 8) і гороху (вар. 2), а найранніше закінчила вегетацію у варіантах 3, 4, 5, 10, де кількість NO<sub>3</sub> у ґрунті на час збирання збільшилася в 1,5–3,0 рази порівняно з його вмістом у фазу колосіння. Щодо ярих колосових культур, можна зробити висновок про їх одночасне дозрівання. У полях просапних культур (соняшник, кукурудза) уміст нітратного азоту в ґрунті на час сі́вби ранніх ярих культур варіював в інтервалі 40–76 мг/кг в орному шарі і 32–91 мг/кг ґрунту у підорному (рис. 3).

Така різниця кількісних показників умісту NO<sub>3</sub> в ґрунті між полями ранніх і пізніх ярих культур на час їх сі́вби пояснюється: по-перше, пізнішими термінами сі́вби просапних, за яких температура повітря підвищувалася у середньому за роками з +10 до +18°C [6] і необхідною кількістю вологи в ґрунті, що забезпечує значно активніше проходження процесу нітрифікації, а по-друге, доволі високим рівнем удобрення полів восени (гній 20–40 т/га + N<sub>60-90</sub>P<sub>40-100</sub>K<sub>60-100</sub>).

У період від сі́вби просапних культур до появи 2–3 пар справжніх листків (термін триває близько місяця), у середньому з

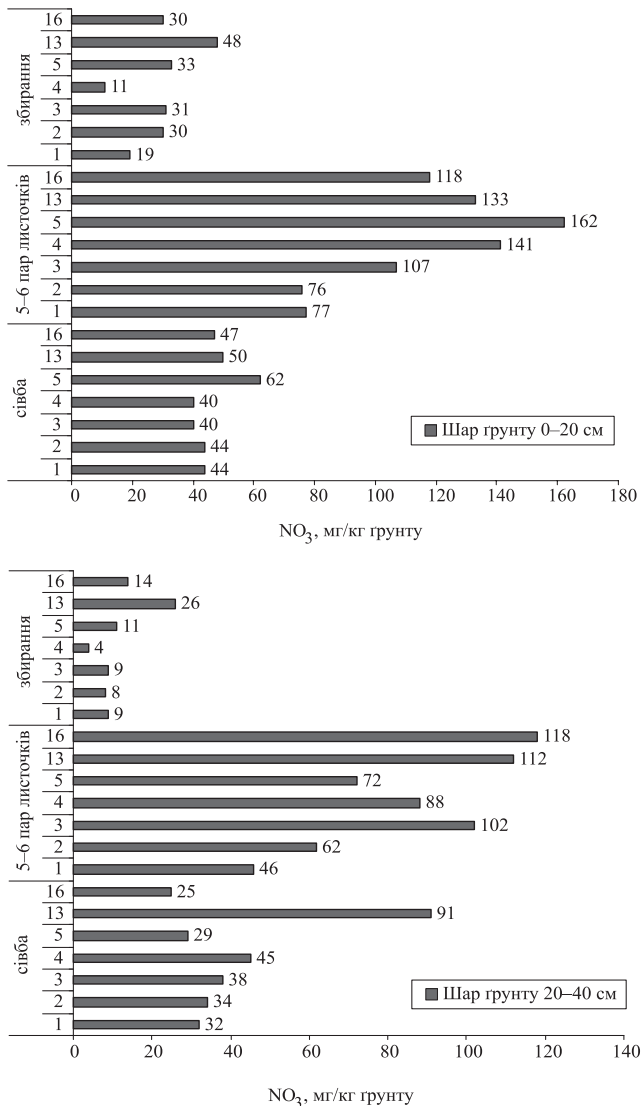
III декади квітня до III декади травня), коли споживання азоту рослинами відбувалось повільно, спостерігалось накопичення нітратів у ґрунті (за варіантами — від 76 до 162 мг/кг ґрунту в орному шарі і від 46 до 118 мг/кг — у підорному).

Найактивніше процеси нітрифікації відбуваються у полях, де восени в ґрунт під зяблеву оранку внесено повне мінеральне добриво (NPK) і гній. З появою справжніх листків і активної вегетації культур кількість нітратного азоту в ґрунті внаслідок його споживання культурами різко знижувалася і на час збирання врожаю становила (за варіантами) в орному шарі: 30 мг/кг — під кукурудзою, 30–48 — під соняшником, у підорному шарі — 4–26 мг/кг ґрунту.

### ВИСНОВКИ

Отже, екологічна збалансованість агробіоценозів Лівобережного Лісостепу значною мірою залежить від сівозмінного чинника та насиченості сівозміни мінеральними добривами. Встановлено, що на динаміку нітратного азоту в агробіоценозах вагомий вплив має чергування культур. Найменші непродуктивні втрати в системі «ґрунт — добриво — рослина» забезпечує ведення чотирирічної сівозміни: багаторічні бобові трави — пшениця озима — кукурудза на зерно — ячмінь ярий.

Результати досліджень свідчать про значний вплив попередника на забезпеченість культур доступним азотом. За посіву пшениці озимої після бобових культур накопичувалось 37–77 мг/кг ґрунту азоту, тоді як після гречки цей показник становив — 18 мг/кг.



**Рис. 3.** Динаміка NO<sub>3</sub> в ґрунті у посівах кукурудзи на зерно і соняшнику за вегетаційний період залежно від удобрення, середнє за 2006–2011 рр.: варіанти удобрення: 1 — кукурудза, контроль (без добрив); 2 — кукурудза, N<sub>60</sub>P<sub>40</sub>K<sub>60</sub>; 3 — кукурудза, гній 40 т/га + N<sub>60</sub>P<sub>40</sub>K<sub>60</sub>; 4 — кукурудза, гній 40 т/га; 5 — кукурудза, гній 40 т/га + солома пшениці озимої; 13 — соняшник, гній 20 т/га + N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>; 16 — соняшник, гній 20 т/га + N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>

Встановлено, що оптимальні умови для росту і розвитку культур у 3–4-пільних сівозмінах Лівобережного Лісостепу створюються за внесення на 1 га сівозмінної площі

N<sub>45-54</sub>P<sub>42-46</sub>K<sub>55-62</sub> + 10 т гною. Подальше підвищення насиченості сівозмін добривами зумовлює інтенсифікацію радіального переміщення нутрієнтів, що своєю чергою спричиняє їх непродуктивні втрати.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Сучасні системи землеробства і технології вирощування сільськогосподарських культур / В.Ф. Камінський, В.Ф. Сайко, І.П. Шевченко та ін.; за ред. В.Ф. Камінського. — К.: ВП «Едельвейс», 2012. — 196 с.
2. Перспектива використання мікробіологічних методів у визначенні екологічно доцільних доз мінерального азоту для пшениці озимої /

- В.В. Волкогон, К.І. Волкогон, Н.П. Штанько, Н.В. Луценко // Агроекологічний журнал. — 2008. — С. 50–55. — (Спецвипуск).
3. In-corporation of «biological» nitrogen by nonleguminous plants during associative N<sub>2</sub> – Fixation / M. Umarov, V. Shabaev, V. Smolin, O. Aseeva // IX Int. Symp. Soil Biol. and conservatuion of the Biosphere. — Pap. Sorpon. — 1985. — P. 65.
  4. Носко Б.С. Азотний режим ґрунтів і його трансформація в агрокосистемах / Б.С. Носко. — Х.: Міськдрук, 2013. — 130 с.
  5. Бойко П.І. Проблема екологічно зрівноважених сівозмін / П.І. Бойко, Н.П. Коваленко // Вісник аграрної науки. — 2003. — № 3. — С. 9–13.
  6. Основи інтегрованого застосування добрив / Г.М. Господаренко. — К.: ЗАТ «НІЧЛАВА», 2002. — 344 с.

UDC 504.37: 504.064: 636.95: 631.4

## ASSESSMENT OF SNOW COVER IN SANITARY PROTECTION ZONE OF PIG COMPLEXES OF DIFFERENT CAPACITIES

O. Zhukorskyi<sup>1</sup>, O. Nykyforuk<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Національна академія аграрних наук України

<sup>2</sup> Інститут агроекології і природокористування НААН

*Досліджено стан снігового покриву на різній віддаленості від свинокомплексів (свиноферм) різної потужності та різних систем утримання тварин і утилізації відходів. Встановлено відмінності у варіантах досліді в межах кожного господарства за рівнем окислювання, наявності біогенних елементів та іонів мінеральних сполук, а також мікроорганізмів. Проаналізовано вплив виробничо-технологічних особливостей господарств на можливу віддаленість віднесення та осідання цих речовин на сніговий покрив. Перераховано кількість кожного компонента досліджуваного снігу на одну тварину. Розраховано індекси навантаження вказаних елементів на екосистему санітарно-захисних зон свинокомплексів.*

**Ключові слова:** свинокомплекси, довкілля, сніговий покрив, органічні речовини, біогенні елементи, мінеральні сполуки, гетеротрофні бактерії.

It is commonly known that pig growing and fattening farms with all their technological and production processes and animal husbandry serve as an important source of various pollutant emissions in the atmosphere both organic and mineral origin [1, 2].

It is suggested that precipitation, including snow, in some extent characterizes air-space composition of certain territory, because

the formation of precipitation chemical composition occurs of water droplets or crystals passage through certain atmosphere layers and aerosols absorption by them which are available there, especially in the surface layers of the atmosphere [3–5].

There is no established background value for substances or MAC for snow and other precipitation in Ukraine. It is known only approximate chemical composition of precipitation (rain, snow, frost, hail, dew) for cer-