



Землеробство, грунтознавство, агрохімія

УДК 631.452:631.81.82.86

© 2025

ОБИГ ВУГЛЕЦЮ ТА СТАН ГУМУСУ В ЧОРНОЗЕМІ ТИПОВОМУ ЗА ДОВГОТРИВАЛОГО ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ У 4-ПІЛЬНИХ СІВОЗМІНАХ

В.В. Іваніна¹, В.Б. Поплавський²

¹доктор сільськогосподарських наук

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків

Національної академії аграрних наук України

вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03141, Україна

e-mail: ¹v_ivanina@ukr.net, ²vladpoplavscki@gmail.com

ORCID: ¹0000-0002-9471-114X, ²0009-0001-9483-4342

Надійшла 7.07.2025

Мета. Визначити обсяги надходження вуглецю та вміст гумусу в чорноземі типовому слабосолонцюватому за довготривалого застосування органічних і мінеральних добрив у 4-пільних сівозмінах. **Методи.** Польовий (встановлення впливу систем удобрення та структури сівозмін на вміст гумусу в чорноземі типовому), аналітичний (визначення вмісту гумусу в ґрунті за методом Тюріна) та дисперсійного аналізу з використанням комп'ютерної програми Statistica-2010. **Результати.** Дослідження проведено в стаціонарному польовому досліді на Веселоподільській дослідно-селекційній станції (ВПДСС) Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН у 2022 – 2024 рр. Встановлено вплив органічних і мінеральних добрив у 4-пільних сівозмінах на вміст гумусу в чорноземі типовому. Виявлено, що в плодозмінній сівозміні органо-мінеральні системи удобрення формували вищий уміст гумусу, ніж у просапній та зернопросапній сівозмінах. З'ясовано, що збагачені органічною речовиною системи удобрення підвищували накопичення гумусу в ґрунті всіх сівозмін. **Висновки.** У 4-пільних зерно-бурякових сівозмінах застосування побічної продукції як добрива сприяло значному поповненню ґрунту органічною речовиною. За внесення побічної продукції + $N_{46,4}P_{33,6}K_{33,6}$ на 1 га сівозміни обсяги надходження вуглецю в ґрунт у плодозмінній сівозміні становили 1,81 т/га, зернопросапній – 1,82, просапній – 1,81 т/га сівозмінної площі, що в 1,5–1,8 раза більше, ніж

за внесення 6,3 т/га гною + $N_{33,6}P_{33,6}K_{33,6}$ на 1 га сівозміни. Довготривале застосування побічної продукції + $N_{46,4}P_{33,6}K_{33,6}$ забезпечило збереження й відтворення гумусу в ґрунті на рівні з традиційним органо-мінеральним удобренням. За альтернативного удобрення вміст гумусу в ґрунті плодозмінної сівозміни становив 4,72%, зернопросапної — 4,46, просапної — 4,53%, за традиційного на основі гною великої рогатої худоби — 4,70%, 4,46 та 4,51%. У плодозмінній сівозміні за 46-річного застосування 6,3 т/га гною + побічна продукція + $N_{33,6}P_{33,6}K_{33,6}$ на 1 га сівозміни було створено найсприятливіші умови для збереження й відтворення гумусу в чорноземі типовому слабосолонцювatomу. Його вміст становив 4,78%, що перевищило контроль без внесення добрив на 0,97%.

Ключові слова: добрива, органічна речовина, ґрунт, гумус, сівозміна.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202509-01>

Збереження та відновлення родючості ґрунтів є важливою проблемою сучасного аграрного виробництва, яке потерпає від порушення структури сівозмін, нестачі органічних добрив і сконцентроване переважно на вирощуванні комерційно привабливих культур [1, 2]. Через незбалансованість обігу вуглецю в сучасних агроценозах значно знизився вміст гумусу в ґрунтах України, структура погіршилася, а їх щільність підвищилася [3, 4]. Наявні підходи до удобрення культур посилюють нестабільність аграрного виробництва та унеможливають його перехід на засади сталості [5].

Система удобрення — найефективніший засіб впливу на родючість ґрунтів [6]. За умов гострого дефіциту гною дедалі більшої популярності набувають системи удобрення, які передбачають використання на добриво побічної продукції сільськогосподарських культур [7, 8]. За збалансованого азотного живлення дотримання в складі органічних добрив співвідношення C : N на рівні 20 : 1 сприятиме інтенсивному гумусоутворенню [9].

В умовах короткоротаційних сівозмін питання обсягів надходження органічної речовини в ґрунт, їх залежності від структури сівозмін і здатності

альтернативних добрив впливати на процеси гумусоутворення вивчено недостатньо. Інформацію щодо цих питань можна отримати лише в довготривалих польових дослідках, які дають змогу простежити сукупний вплив сівозмінного фактора та добрив на стан гумусу ґрунту в довготривалій часовій перспективі й прогнозувати сталі напрями використання ґрунтів [10].

Мета досліджень — визначити обсяги надходження вуглецю та вміст гумусу в чорноземі типовому слабосолонцювatomу за довготривалого застосування органічних і мінеральних добрив у 4-пільних сівозмінах.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили в стаціонарному польовому досліді Веселоподільської дослідно-селекційної станції (ДСС) Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН упродовж 2022–2024 рр. Ґрунт дослідного поля — чорнозем типовий слабосолонцюватий важкосуглинковий, площа посівної ділянки — 250 м², облікової — 100 м², повторність — 4-разова. Уміст гумусу в орному шарі 0–30 см за Тюрнімом — 4,4–4,9%, рухомого фосфору за Мачигінім — 41–50 мг/кг ґрунту, рухомого калію за Чиріковим — 102–130, лужногідролізованого азоту за Корнфілдом — 130–135 мг/кг ґрунту.

Дослідження проводили в 3 типах 4-пільних сівозмін. Плодозмінна сівозмінна: костриця + еспарцет — пшениця озима — буряки цукрові — ячмінь ярий; просапна: кукурудза на силос — пшениця озима — буряки цукрові — ячмінь ярий; зернопросапна: пшениця озима — пшениця озима — буряки цукрові — горох. У сівозмінах вивчали ефективність органо-мінеральних систем удобрення щодо збереження та відтворення гумусу ґрунту. Схема досліджень: 1 — без добрив (контроль); 2 — 6,3 т/га гною + $N_{33,6}P_{33,6}K_{33,6}$; 3 — 6,3 т/га гною + побічна продукція + $N_{33,6}P_{33,6}K_{33,6}$; 4 — побічна продукція + $N_{46,4}P_{33,6}K_{33,6}$ на 1 га сівозмінної площі. Азот вносили у формі сечовини, фосфор — простого суперфосфату, калій — калію хлористого, органічні добрива — напіврозкладеного гною великої рогатої худоби та побічної продукції сільськогосподарських культур.

У досліді сіяли сорти пшениці озимої Єсенія, ячменю ярого Аграрій, гороху Оплот, еспарцету Медино, гібриди буряків цукрових Булава, кукурудзи на силос Серенада. Сільськогосподарські культури вирощували з використанням зональних агротехнік у Лівобережному Лісостепу України. Обсяги надходження органічної речовини в ґрунт визначали розрахунковим методом за складовими — кореневими рештками, побічною продукцією та гною. Органічну речовину корневих решток сільськогосподарських культур визначали згідно з нормативами [11], побічну продукцію і гній — за реальними показниками з наступним переведенням сухої речовини органічних добрив у вуглець із коефіцієнтом 0,56.

Зразки ґрунту відбирали в шарі ґрунту 0–30 см у посівах буряків цукрових упродовж 2022–2024 рр. у 3-разовій повторності. Уміст гумусу визначали за методом Тюріна згідно з ДСТУ 4289:2004 в 3-разовій повторності. Експериментальні дані опрацьовували методом дисперсійного аналізу

з використанням комп'ютерної програми Statistica-2010.

Результати досліджень. В умовах стаціонарного польового дослідження на Веселоподільській ДСС понад 46 років вивчали вплив різних фонів органічного удобрення на стан гумусу в чорноземі типовому важкосуглинковому в 4-пільних сівозмінах різної структури. Основними джерелами органіки для ґрунту були післяжнивні та кореневі рештки, побічна продукція сільськогосподарських культур і гній великої рогатої худоби. За результатами досліджень, на контролі без добрив, де ґрунт поповнювався органічною речовиною лише завдяки післяжнивним і корневим решткам, найбільше вуглецю надходило в ґрунт у просапній сівозміні — 0,54 т/га, плодозмінній — 0,39, зернопросапній — 0,31 на 1 га сівозмінної площі. Кукурудза на силос за добре розвиненої кореневої системи залишала в ґрунті найбільше органіки — 1,16 т/га вуглецю, еспарцет — 0,50 т/га, пшениця озима та ячмінь ярий — відповідно, 0,39 і 0,42 т/га вуглецю. Найменше органіки в ґрунті у вигляді післяжнивних і корневих решток залишали буряки цукрові — 0,21–0,22 т/га вуглецю (таблиця).

Поповнення ґрунту органічною речовиною за внесення гною істотно зросло. Із застосуванням 6,3 т/га гною + $N_{33,6}P_{33,6}K_{33,6}$ на 1 га сівозміни обсяги надходження вуглецю в ґрунт завдяки гною збільшилися на 0,80 т/га сівозмінної площі. У поєднанні з післяжнивними та корневими рештками загальні обсяги надходження вуглецю в ґрунт у плодозмінній сівозміні становили 1,30 т/га, зернопросапній — 1,17, просапній — 1,44 т/га сівозмінної площі. Порівняно з контролем без внесення добрив обсяги надходження вуглецю в ґрунт на 1 га сівозмінної площі збільшилися у 2,9–3,2 раза. У складі гною щороку вуглецю надходило в 1,5–2,6 раза більше, ніж у складі післяжнивних і корневих решток.

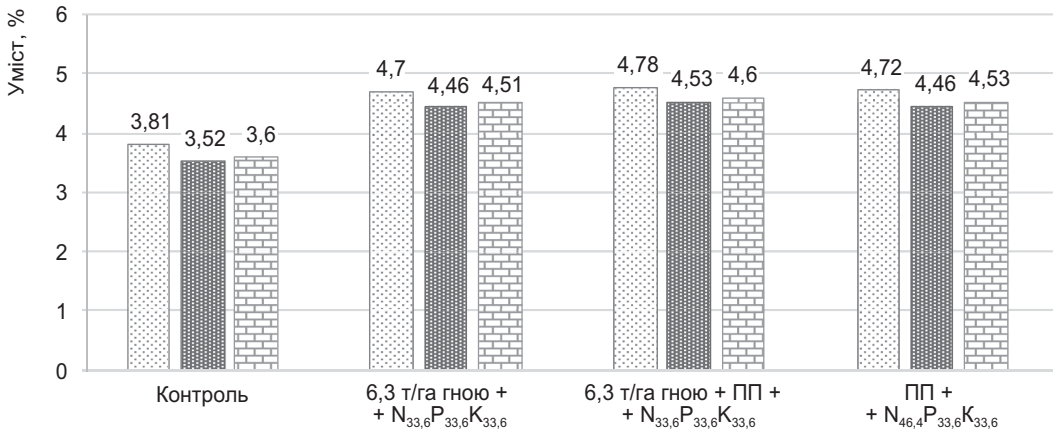
Надходження вуглецю органічної речовини в ґрунт у складі корневих решток, побічної продукції та гною великої рогатої худоби залежно від удобрення і структури сівозмін 2022 – 2024 рр.), т/га сівозмінної площі

Варіант	Внесено добрив на 1 га сівозміни	Культура сівозміни				На 1 га сівозміни
		Пшениця озима	Буряки цукрові	Ячмінь ярий (пшениця озима)	Еспарцет, кукурудза на силос, горох*	
<i>Плодозмінна (костриця + еспарцет — пшениця озима — буряки цукрові — ячмінь ярий)</i>						
9	Без добрив (контроль)	0,42	0,22	0,41	0,50	0,39
10	6,3 т/га гною + N _{33,6} P _{33,6} K _{33,6}	0,53	3,49	0,50	0,67	1,30
11	6,3 т/га гною + побічна продукція + N _{33,6} P _{33,6} K _{33,6}	2,69	4,71	2,43	0,69	2,63
12	Побічна продукція + N _{46,4} P _{33,6} K _{33,6}	2,69	1,48	2,48	0,57	1,81
<i>Просапна (кукурудза на силос — пшениця озима — буряки цукрові — ячмінь ярий)</i>						
27	Без добрив (контроль)	0,40	0,21	0,39	1,16	0,54
28	6,3 т/га гною + N _{33,6} P _{33,6} K _{33,6}	0,45	3,46	0,47	1,38	1,44
29	6,3 т/га гною + побічна продукція + N _{33,6} P _{33,6} K _{33,6}	2,35	4,54	2,32	1,40	2,65
30	Побічна продукція + N _{46,4} P _{33,6} K _{33,6}	2,24	1,33	2,28	1,39	1,81
<i>Зернопросапна (пшениця озима — буряки цукрові — пшениця озима — горох)</i>						
63	Контроль (без добрив)	0,39	0,21	0,38	0,24	0,31
64	6,3 т/га гною + N _{33,6} P _{33,6} K _{33,6}	0,48	3,45	0,47	0,28	1,17
65	6,3 т/га гною + побічна продукція + N _{33,6} P _{33,6} K _{33,6}	2,30	4,50	2,34	1,38	2,63
66	Побічна продукція + N _{46,4} P _{33,6} K _{33,6}	2,23	1,33	2,32	1,39	1,82

*Еспарцет вирощували на 4-му полі плодозмінної сівозміни, кукурудзу на силос — 4-му полі просапної сівозміни, горох — на 4-му полі зернопросапної сівозміни.

Ефективним джерелом поповнення ґрунту органікою була побічна продукція сільськогосподарських культур. Із застосуванням побічної продукції + N_{46,4}P₃₄K₃₄ на 1 га сівозміни обсяги надходження вуглецю в ґрунт у сівозмінах були майже однаковими: у плодозмінній — 1,81 т/га, зернопросапній — 1,82, просапній — 1,81 т/га сівозмінної площі. Такі результати можна пояснити різною врожайністю сільськогосподарських культур у сівозмінах, яка збалансувала загальні обсяги надходження органічної речовини. Із заорюванням побічної продукції обсяги надходження вуглецю в ґрунт порівняно з контролем без добрив збільшилися в 3,4–5,9 раза. У складі побічної продукції щороку надходило вуглецю у 2,4–4,9 раза більше, ніж у складі післяжнивних і корневих решток.

Найбільшими обсяги надходження органічної речовини в ґрунт були за внесення 6,3 т/га гною + побічна продукція + N_{33,6}P_{33,6}K_{33,6}: у плодозмінній сівозміні — 2,63 т/га, зернопросапній — 2,63, просапній — 2,65 т/га сівозмінної площі. У сівозмінах різної структури відзначено однакові обсяги надходження вуглецю в ґрунт. Поповнення ґрунту органічною речовиною порівняно з контролем без добрив збільшилося в 4,9–8,5 раза. Водночас у складі гною та побічної продукції вуглецю щороку надходило в 3,9–7,5 раза більше, ніж у складі корневих решток. Отже, застосування побічної продукції як добрива в 4-пільних зерно-бурякових сівозмінах значною мірою поповнює ґрунт органічною речовиною. Обсяги надходження вуглецю в ґрунт у разі заорювання



Уміст гумусу в шарі чорнозему типового 0–30 см залежно від удобрення та структури сівозмiн (2022–2024 рр.), %: — плодозмінна, — зернопросапна, — просапна

Примітка: НР₀₅ (фактор А — сівозмiна) 0,06; НР_{0,5} (фактор Б — добрива) 0,13; LSD₀₅ (А × В) 0,03; ПП — побiчна продукція.

побiчної продукції були в 1,5–1,8 раза більшими, ніж за внесення 6,3 т гною на 1 га сівозмiни.

Поповнення ґрунту органічною речовиною істотно впливало на стан гумусу в чорноземі типовому слабосолонцювату. Результати досліджень показали, що на контролі без добрив, де ґрунт поповнювався органічною речовиною лише завдяки післяжнивним і кореневим решткам, його вміст був найменшим: у плодозмінній сівозмiні — 3,81%, зернопросапній — 3,60, просапній — 3,52%. За наявності багаторічних трав у плодозмінній сівозмiні зменшилася інтенсивність обробітку ґрунту, що запобігає швидкій мінералізації гумусу. Крім того, у багаторічних бобових трав плодозмінної сівозмiни, на відміну від інших культур, скажімо, кукурудзи в просапній сівозмiні, коренева система зосереджена переважно у верхньому орному шарі, що дає змогу додатково накопичувати біологічний азот. Потужна органічна маса сприяє інтенсивному утворенню гумусу у верхніх шарах ґрунту, що надає перевагу плодозмінній сівозмiні порівняно з іншими типами сівозмiн

щодо його збереження та відтворення в ґрунті. За 46-річного вирощування культур у плодозмінній сівозмiні без внесення добрив уміст гумусу в ґрунті порівняно з показником у зернопросапній сівозмiні був вищим на 0,21%, просапній — на 0,29% (рисунк).

Із застосуванням упродовж 46 років традиційної орґано-мінеральної системи удобрення на основі гною великої рогатої худоби (6,3 т гною + N_{33,6} P_{33,6} K_{33,6} на 1 га сівозмiни) значно підвищився вміст гумусу в ґрунті порівняно з контролем без внесення добрив: у плодозмінній сівозмiні — на 0,89%, зернопросапній — на 0,91, просапній — на 0,94% за абсолютних показників: 4,70%, 4,51 та 4,46%, відповідно. Водночас уміст гумусу в плодозмінній сівозмiні порівняно із зернопросапною та просапною був вищим на 0,19–0,24%.

Ефективним щодо збереження та відтворення гумусу в ґрунті в усіх сівозмiнах було поєднане використання побiчної продукції та мінеральних добрив. Внесення побiчної продукції + N_{46,4} P_{33,6} K_{33,6} на 1 га сівозмiни забезпечило вміст гумусу в шарі чорнозему типового 0–30 см у плодозмінній сівозмiні

на рівні 4,72%, зернопросапній — 4,53, просапній — 4,46%, що порівняно з контролем без добрив вище, відповідно, на 0,91%, 0,93 та 0,94%. Водночас уміст гумусу в ґрунті в плодозмінній сівозміні порівняно із зернопросапною був вищим на 0,19%, із просапною — на 0,26%.

Найвищий уміст гумусу в орному шарі чорнозему типового слабосолонцюватого 0–30 см спостерігали за внесення 6,3 т/га гною + побічна продукція + $N_{33,6}P_{33,6}K_{33,6}$ на 1 га сівозміни: у плодозмінній сівозміні — 4,78%, зернопросапній — 4,60, просапній — 4,53%. Порівняно з контролем без добрив уміст гумусу в ґрунті в сівозмінах підвищився,

відповідно, на 0,97%, 1,00 та 1,01%. У плодозмінній сівозміні порівняно з його значенням у зернопросапній він був вищим на 0,18%, просапній — на 0,25%.

Отже, найвищий уміст гумусу в чорноземі типовому слабосолонцюватому відзначено в плодозмінній сівозміні за 46-річного застосування 6,3 т/га гною + побічна продукція + $N_{33,6}P_{33,6}K_{33,6}$ на 1 га сівозміни (4,78%), що перевищило контроль без внесення добрив на 0,97%. За ефективністю застосування побічної продукції + $N_{46,4}P_{33,6}K_{33,6}$ не поступалося внесенню 6,3 т/га гною + $N_{33,6}P_{33,6}K_{33,6}$ на 1 га сівозміни. Уміст гумусу в ґрунті в сівозмінах становив, відповідно, 4,46–4,72% та 4,46–4,70%.

Висновки

Доведено, що в 4-пільних зерно-буракових сівозмінах застосування побічної продукції на добриво істотно поповнює ґрунт органічною речовиною. Із внесенням побічної продукції + $N_{46,4}P_{33,6}K_{33,6}$ на 1 га сівозміни обсяги надходження вуглецю в ґрунт у плодозмінній сівозміні становили 1,81 т/га, зернопросапній — 1,82, просапній — 1,81 т/га сівозмінної площі, що в 1,5–1,8 рази більше, ніж за внесення 6,3 т/га гною + $N_{33,6}P_{33,6}K_{33,6}$ на 1 га сівозміни.

Довготривале застосування побічної продукції + $N_{46,4}P_{33,6}K_{33,6}$ забезпечило збереження й відтворення

гумусу в ґрунті на рівні з традиційним органічно-мінеральним удобренням. За альтернативного удобрення сівозмін уміст гумусу в ґрунті в плодозмінній сівозміні становив 4,72%, зернопросапній — 4,46, просапній — 4,53%, за традиційного на основі гною — 4,70%, 4,46 та 4,51%. У плодозмінній сівозміні за 46-річного застосування 6,3 т/га гною + побічна продукція + $N_{33,6}P_{33,6}K_{33,6}$ на 1 га сівозміни були створені найсприятливіші умови для збереження та відтворення гумусу в чорноземі типовому слабосолонцюватому. Його вміст становив 4,78%, що перевищило контроль без внесення добрив на 0,97%.

Ivanina V.¹, Poplavskiy V.²

Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of NAAS, 25 Klinichna Str., Kiev, 03141, Ukraine; e-mail: ¹v_ivanina@meta.ua, ²vladpoplavskii@gmail.com; ORCID: ¹0000-0002-9471-114X, ²0009-0001-9483-4342

Carbon turnover and state of humus in typical chernozem for long-term use of fertilizers in 4-field crop rotations

Goal. To determine the volumes of carbon intake and the content of humus in the typical weakly saline chernozem at long-term use of

organic and mineral fertilizers in 4-field crop rotations. **Methods.** Field (determination of the influence of fertilizer systems and crop rotation structure on the content of humus in the typical chernozem), analytical (determination of the content of humus in the soil using the Tiurin method), and analysis of variance using the Statistica-2010 computer program. **Results.** The study was conducted in a stationary field experiment at the Veselopodilskiy Experimental Breeding Station (VPEBS) of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beets of the NAAS

in 2022 – 2024. The influence of organic and mineral fertilizers in 4-field crop rotations on the content of humus in typical chernozem was established. It was found that organic and mineral fertilizer systems formed a higher content of humus in the fruit rotation than in the row-crop and grain rotation. It was found that fertilizer systems enriched with organic matter increased the accumulation of humus in the soil of all crop rotations. **Conclusions.** The use of by-products as fertilizer in 4-field grain-beet crop rotations contributed to a significant replenishment of the soil with organic matter. For the introduction of by-products + $N_{46,4}P_{33,6}K_{33,6}$ per 1 ha of crop rotation, the volumes of carbon intake into the soil in the fruit-changing crop rotation amounted to 1.81 tons/ha, the grain-row-crop production — 1.82, the row-crop production — 1.81 tons/ha of crop rotation area, which was 1.5–1.8 times more than for the introduction of 6.3 tons/ha

of manure + $N_{33,6}P_{33,6}K_{33,6}$ per 1 ha of crop rotation. The long-term use of by-products + $N_{46,4}P_{33,6}K_{33,6}$ ensured the preservation and reproduction of humus in the soil at a level with traditional organo-mineral fertilization. With alternative fertilization, the content of humus in the soil of fruit-changing crop rotation was 4.72%, grain-row-crop — 4.46, row-crop — 4.53%, with traditional based on cattle manure — 4.70%, 4.46, and 4.51%. In fruit rotation for 46 years of use of 6.3 tons/ha of manure + by-products + $N_{33,6}P_{33,6}K_{33,6}$ per 1 ha of crop rotation, the most favorable conditions were created for the preservation and reproduction of humus in typical weakly salted chernozem. Its content was 4.78%, which exceeded the control without fertilization by 0.97%.

Key words: fertilizers, organic matter, soil, humus, crop rotation.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202509-01>

Бібліографія

1. Заришняк А.С., Балюк С.А., Лісовий М.В., Комариста А.В. Баланс гумусу і поживних речовин в ґрунтах України. *Вісник аграрної науки*. 2012. 1. С. 28–32.
2. Cuvardic M., Tveitnes S., Krogstad T., Lombnæs P. Long-term effects of crop rotation and different fertilization systems on soil fertility and productivity. *Acta Agriculturae Scandinavica*. 2004. 54. P. 193–201. doi: 10.1080/09064700410030258
3. Господаренко Г.М., Трус О.М. Вплив довготривалого застосування добрив на показники родючості чорнозему опідзоленого та продуктивність польової сівозміни. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2011. 1. С. 17–21.
4. Triberti L., Nastri A., Baldoni G. Long-term effects of crop rotation, manure and mineral fertilisation on carbon sequestration and soil fertility. *European Journal of Agronomy*. 2016. 74. P. 47–55. doi: 10.1016/j.eja.2015.11.024
5. Blanchet G., Gavazov K., Bragazza L., Sinaj S. Responses of soil properties and crop yields to different inorganic and organic amendments in a Swiss conventional farming system. *Agriculture Ecosystems and Environment*. 2016. 230. P. 116–126. doi: 10.1016/j.agee.2016.05.032
6. Martyniuk S., Pikuła D., Kozieł M. Soil properties and productivity in two long-term crop rotations differing with respect to organic matter management on an Albic Luvisol. *Scientific Reports*. 2019. 9:1878. doi: 10.1038/s41598-018-37087-4
7. Lemke R.L., VandenBygaart A.J., Campbell C.A. et al. Crop residue removal and fertilizer N: effects on soil organic carbon in a long-term crop rotation experiment on a Udic Boroll. *Agriculture Ecosystems and Environment*. 2010. 135. P. 42–51. doi: 10.1016/j.agee.2009.08.010
8. Балаєв А.Д., Тонха О.Л. Відновлення родючості чорноземів Лісостепу в сучасному землеробстві. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2014. 195(1). С. 14–19.
9. Балаєв А.Д., Піковська О.В. Використання соломи у відновленні родючості ґрунтів. Київ: ЦП Компринт, 2016. 244 с.
10. Балаєв А.Д., Тонха О.Л., Піковська О.В., Гнатюк В.В. Сучасні методи управління родючістю ґрунтів. Ґрунти України: трансформація і відновлення родючості. Київ: НУБіП, 2021. С. 10–13
11. Тараріко О.Г., Лобас М.Г. Нормативи ґрунтозахисних контурно-меліоративних систем землеробства. Київ, 1998. 158 с.