

УДК 631.416.1:631.81

Вплив органо-мінеральних систем удобрення і структури сівозмін на стан гумусу чорнозему вилугуваного

 В. В. Іваніна*,  О. О. Табачук

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна,
*e-mail: v_ivanina@ukr.net

Мета. Дослідити вплив органо-мінеральних систем удобрення та структури сівозмін на трансформацію органічної речовини та стан гумусу в чорноземі вилугуваному. **Методи.** Довготривалий польовий та аналітичний. **Результати.** Наведено дані досліджень щодо обсягів надходження органічної речовини у ґрунт, її гуміфікації та впливу на вміст гумусу в чорноземі вилугуваному залежно від систем удобрення й структури сівозмін. Установлено, що за мінеральної системи удобрення вміст гумусу у ґрунті був найнижчим і супроводжувався негативною сезонною динамікою. Стабільність вмісту гумусу у ґрунті забезпечили традиційна та альтернативні органо-мінеральні системи удобрення. **Висновки.** Вміст гумусу в чорноземі вилугуваному залежав переважно від системи удобрення й незначно залежав від структури сівозмін. Внесення упродовж 20 років під буряки цукрові $N_{90}P_{90}K_{90}$ + солома + сидерат або $N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + побічна продукція + сидерат на 1 га сівозміни забезпечило найвищий вміст гумусу у ґрунті: у шарі 0–30 см – 4,04–4,07 %, 30–50 см – 3,79–3,81 %, що було вищим порівняно із фоном мінеральних добрив – на 0,18–0,20 % та 0,06–0,08 % відповідно. Альтернативна органо-мінеральна система удобрення стабілізувала вміст гумусу в ґрунті на рівні традиційної на основі гною системи удобрення. За мінеральної системи удобрення вміст гумусу у ґрунті на кінець вегетації зменшився в сівозмінах порівняно з вихідним показником – на 0,02–0,03 %, за органо-мінеральних систем удобрення – навпаки зростав на 0,02–0,04 %. У підорному 30–50 см шарі вміст гумусу залишався стабільним. Альтернативна з внесенням мінеральних добрив, соломи та сидерату система удобрення мала найвищий стабілізаційний вплив на стан гумусу ґрунту. Внесення $N_{90}P_{90}K_{90}$ + солома + сидерат забезпечило найвищі обсяги надходження органічної речовини у ґрунт у сівозмінах – 3,55–3,57 т/га та супроводжувалось високими коефіцієнтами її гуміфікації: у сівозміні з двома полями сої – 22 %, за передпопередників ячмінь – горох – 41 %, горох – вико-овес – 44 %. Вплив структури сівозмін на стан гумусу в чорноземному вилугуваному визначено неістотним.

Ключові слова: удобрення; сівозміна; гумус; чорнозем вилугуваний.

Вступ

Серед проблем, які супроводжують аграрне виробництво сьогодні, проблема стабілізації та відтворення вмісту гумусу є однією з найбільш актуальних [1, 2]. Інтенсифікація аграрних технологій, зменшення обсягів внесення гною порушили баланс органічної речовини у ґрунті та спричинили різке його падіння упродовж останніх десятиліть [3, 4].

Застосування альтернативних органо-мінеральних систем удобрення та оптимізація структури сівозмін є найбільш вживаними агрохімічними заходами, які дозволять стабілізувати стан ґрунтів за невисоких фінансових витрат [5, 6].

У країнах західної Європи та США в аграрному виробництві широко застосовують на добриво побічну продукцію сільськогосподарських культур та зелену масу сидеральних культур, що дозволяє наситити ґрунт органічною речовиною, сприяє гумусоутворенню та збереженню природної родючості ґрунтів [7, 8].

Застосування альтернативних органічних добрив усе більше практикують в Україні, проте ефективність зазначених систем удобрення не завжди є достатньо високою із-за незбалансованості

елементного складу добрив, слабкої мінералізації органічного субстрату, що потребує досліджень та оптимізації у розрізі окремих ґрунтово-кліматичних зон [9–11].

Мета досліджень – установити вплив органо-мінеральних систем удобрення та структури сівозмін на трансформацію органічної речовини та стан гумусу в чорноземі вилугуваному.

Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили на Уладово-Люлинецькій дослідно-селекційній станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН (2019–2022 рр.) в умовах довготривалого польового досліду.

Варіанти стаціонарного досліду мали триразову повторність, систематичне та послідовне розміщення, за площі посівної ділянки – 200 м², облікової – 100 м².

Основною ґрунтовою відміною місця проведення досліджень був чорнозем вилугуваний легкосуглинковий. Орний 0-30 см шар ґрунту мав таку агрохімічну характеристику: рН сольове – 5,7–6,2, гідролітична кислотність за Каппеном – 1,05–1,22 мг-екв/100 г ґрунту, сума увібраних основ за Каппеном – Гільковіцем – 23,0–26,8 мг-екв/100 г ґрунту, вміст гумусу за Тюрнімом – 3,8–4,1%, вміст рухомого калію та фосфору за Чиріковим – 81–110 та 165–190 мг/кг ґрунту.

Форми мінеральних добрив, які вносили у досліді: азотні – амонійна селітра (34,5 % N), фосфорні – суперфосфат простий гранульований (19,5 % P₂O₅), калійні – калій хлористий (60 % K₂O). Восени згідно схеми досліду робили наважки добрив, вручну вносили по поверхні ґрунту та заорювали на глибину 0–30 см.

Гібрид буряків цукрових – ‘Борута’ фірми Hillesehög (Німеччина), має високу потенційною врожайністю (понад 100 т/га), стійкий до ризоманії та церкоспорозу. Агротехніка вирощування буряків цукрових відповідала загальноприйнятій Українській інтенсивній технології для зони Лісостепу.

Для визначення вмісту гумусу у ґрунті зразки відбирали у п’ятикратній повторності з глибини 0–30 та 30–50 см на кожній дослідній ділянці. У середньозваженому зразку визначали вміст гумусу за методом Тюріна. Перерахунок запасів гумусу в органічний вуглець ґрунту проводили за коефіцієнтом 0,58.

Для статистичної обробки результатів досліджень використовували метод дисперсійного аналізу.

Результати досліджень

Результати досліджень показали, що в умовах достатнього зволоження вміст гумусу в агроценозі буряків цукрових залежав переважно від системи удобрення й незначно залежав від структури сівозмін. Внесення у стаціонарному досліді (закладеному у 2002 році) упродовж 20 років під буряки цукрові N₉₀P₉₀K₉₀ або в середньому на 1 га сівозміни N_{48,8}P₄₅K₅₅ формувало співставний вміст гумусу в орному шарі короткоротаційних сівозмін різної структури. Так, на початок вегетації буряків цукрових вміст гумусу у шарі 0–30 см у сівозміні з двома полями сої становив 3,86 %, за передпопередників ячмінь – горох – 3,87 %, горох – вико-овес – 3,87 %. У підорному шарі 30–50 см вміст гумусу в зазначених варіантах варіював в межах 3,73–3,74 % (табл. 1).

Вміст гумусу у ґрунті значно зростав за застосування органо-мінеральних систем удобрення. За внесення під буряки цукрові N₉₀P₉₀K₉₀ + солома пшениці озимої або N_{48,8}P₄₅K₅₅ + побічна продукція на 1 га сівозміни вміст гумусу в шарі 0–30 см на початок вегетації буряків цукрових у сівозміні з двома полями сої становив 4,00 %, за передпопередників ячмінь – горох – 4,04 %, передпопередників горох – вико-овес – 4,03 %. Порівняно з фоном мінеральних добрив альтернативна органо-мінеральна система удобрення підвищила вміст гумусу в орному 0–30 см шарі у сівозміні з двома полями сої – на 0,14 %, за передпопередників ячмінь – горох – на 0,17 %, передпопередників горох – вико-овес – на 0,16 %. Очевидно, обсяг і склад органічних решток, що надходили у ґрунт у сівозмінах з передпопередниками ячмінь – горох та горох – вико-овес були більш сприятливими для процесів гумусоутворення, що супроводжувалось підвищенням вмісту гумусу у ґрунті на 0,02–0,03 % порівняно з сівозміною з двома полями сої. У підорному шарі 30–50 см вміст гумусу в зазначених варіантах варіював в межах 3,80–3,81 %, що порівняно з фоном мінеральних добрив було вищим на 0,06–0,08 %.

Динаміка вмісту гумусу в чорноземі вилугуваному залежно від структури сівозмін та удобрення, % (середнє за 2019–2021 рр.)

№ вар.	Сівозмінна (фактор А)	Внесення добрив під буряки цукрові (фактор В)	Травень		Вересень	
			глибина, см			
			0–30	30–50	0–30	30–50
1	Соя – соя – пшениця озима – буряки цукрові	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ – Фон	3,86	3,74	3,84	3,74
2		Фон + солома	4,00	3,80	4,03	3,81
3		Фон + солома + сидерат	4,04	3,81	4,06	3,80
4		Фон + 30 т/га гною	4,06	3,80	4,07	3,80
5	Ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ – Фон	3,87	3,73	3,84	3,74
6		Фон + солома	4,04	3,81	4,07	3,81
7		Фон + солома + сидерат	4,07	3,80	4,11	3,80
8		Фон + 30 т/га гною	4,08	3,80	4,10	3,81
9	Горох – вико-овес – пшениця озима – буряки цукрові	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ – Фон	3,87	3,74	3,85	3,73
10		Фон + солома	4,03	3,80	4,05	3,80
11		Фон + солома + сидерат	4,07	3,79	4,11	3,79
12		Фон + 30 т/га гною	4,08	3,80	4,11	3,81
НІР ₀₅ (фактор А)			0,06	0,05	0,07	0,05
НІР ₀₅ (фактор В)			0,12	0,11	0,11	0,10
НІР ₀₅ (фактор А+В)			0,18	0,16	0,17	0,16

Примітка. Сидерат – гірчиця біла, врожайність зеленої маси гірчиці білої 17,8 т/га; внесення мінеральних добрив на 1 га сівозміни становило N_{48,8}P₄₅K₅₅, гною – 10 т/га.

Ефективним у відновленні гумусного статусу чорнозему вилугуваного визначено альтернативну збагачену на органічний компонент органо-мінеральну систему удобрення. Внесення у короткоротаційних сівозмінах під буряки цукрові N₉₀P₉₀K₉₀ + солома + сидерат або N_{48,8}P₄₅K₅₅ + побічна продукція + сидерат на 1 га сівозміни забезпечило вміст гумусу в шарі 0–30 см на початок вегетації у сівозміні з двома полями сої – 4,04 %, за передпопередників ячмінь – горох – 4,07 %, передпопередників горох – вико-овес – 4,07 %. Порівняно з фоном мінеральних добрив зазначена система удобрення підвищила вміст гумусу в орному 0–30 см шарі у сівозміні з двома полями сої – на 0,18 %, за передпопередників ячмінь – горох – на 0,20 %, горох – вико-овес – на 0,20 %. У підорному шарі 30–50 см вміст гумусу в зазначених варіантах був на рівні варіанту з внесенням N₉₀P₉₀K₉₀ + солома і варіював в межах 3,79–3,81 %.

Накопиченню гумусу в чорноземі вилугуваному сприяло застосування традиційної на основі гною органо-мінеральної системи удобрення. Внесення під буряки цукрові N₉₀P₉₀K₉₀ + 30 т/га гною або N_{48,8}P₄₅K₅₅ + 10 т гною на 1 га сівозміни забезпечило вміст гумусу в шарі 0–30 см на початок вегетації у сівозміні з двома полями сої – 4,06 %, за передпопередників ячмінь – горох – 4,08 %, передпопередників горох – вико-овес – 4,08 %. Порівняно з фоном мінеральних добрив зазначена система удобрення підвищила вміст гумусу в орному 0–30 см шарі у сівозміні з двома полями сої – на 0,20 %, за передпопередників ячмінь – горох – на 0,21 %, передпопередників горох – вико-овес – на 0,21 %. Ефективність застосування гною в короткоротаційних зерно-бурякових сівозмінах за впливом на гумусний стан чорнозему вилугуваного рівнялось альтернативній органо-мінеральній системі удобрення із зароблянням у ґрунт побічної продукції сільськогосподарських культур та зеленої маси проміжної сидеральної культури гірчиці білої.

На кінець вегетації за мінеральної системи удобрення вміст гумусу у ґрунті зменшився в сівозмінах переважно в орному 0–30 см шарі – на 0,02–0,03 %, у підорному 30–50 см шарі залишався на рівні висхідного показника. За органо-мінеральних систем удобрення в усіх сівозмінах простежувалась динаміка зростання вмісту гумусу на кінець вегетації у шарі 0–30 см – на 0,02–0,04 %, у підорному шарі 30–50 см вміст гумусу залишався стабільним.

Розрахунки запасів гумусу у 0–50 см шарі ґрунту показали, що за внесення мінеральних добрив N₉₀P₉₀K₉₀ вони становили 121,6–121,8 т/га. Зазначений показник був стабільним у сівозмінах і не залежав від їх структури. За мінеральної системи удобрення ґрунт поповнювався органічною речовиною лише за рахунок кореневих решток буряків цукрових і величина надходження органічної речовини у ґрунт у вуглецевому еквіваленті в розрізі сівозмін варіювала в межах 0,39–0,45 т/га (табл. 2).

**Трансформація органічної речовини в 0–50 см шарі чорнозему вилугуваного залежно від структури сівозмін та удобрення
(середнє за 2019–2022 рр.)**

№ вар.	Сівозміна (фактор А)	Внесення добрив під буряки цукрові (фактор Б)	Запаси Сорг. у ґрунті на початок вегетації, т/га	Зміна запасів Сорг. у ґрунті		Всього надійшло Сорг.				Кгум., %	
				за вегетацію, т/га	± до контролю, т/га	за 1 рік, т/га	в. т.ч.				± до контролю, т/га
							поживні рештки	побічна продукція + сидерат	гній		
1		N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ – Фон	121,6	-0,4	-	0,39	0,39			-	-
2	Со́я – со́я – пшени́ця озима – буря́ки цукрові	Фон + солома	125,1	0,6	1,0	2,20	0,42	1,78		1,81	55
3		Фон + солома + сидерат	125,9	0,3	0,7	3,56	0,44	3,12		3,17	22
4		Фон + 30 т/га гною	126,2	0,2	0,6	3,21	0,44		2,77	2,82	21
5		N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ – Фон	121,7	-0,5	-	0,40	0,40			-	-
6	Ячмі́нь – горо́х – пшени́ця озима – буря́ки цукрові	Фон + солома	125,9	0,6	1,1	2,19	0,41	1,78		1,79	61
7		Фон + солома + сидерат	126,4	0,8	1,3	3,57	0,45	3,12		3,17	41
8		Фон + 30 т/га гною	126,6	0,4	0,9	3,21	0,44		2,77	2,81	32
9		N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ – Фон	121,8	-0,5	-	0,38	0,38			-	-
10	Горо́х – вико-овес – пшени́ця озима – буря́ки цукрові	Фон + солома	125,6	0,4	0,9	2,19	0,41	1,78		1,81	50
11		Фон + солома + сидерат	126,3	0,9	1,4	3,55	0,43	3,12		3,17	44
12		Фон + 30 т/га гною	126,6	0,7	1,1	3,21	0,44		2,77	2,83	39

Значне збільшення обсягів надходження органічної речовини у ґрунт в агроценозі буряків цукрових досягали за поєднаного внесення $N_{90}P_{90}K_{90}$ + солома пшениці озимої. З 5 т/га соломи у ґрунт надійшло 1,78 т/га вуглецю органічних решток, а в поєднанні з кореневими рештками величина надходження зросла в розрізі сівозмін до 2,19–2,20 т/га. Така кількість органіки забезпечила позитивну сезонну динаміку відтворення вмісту гумусу у ґрунті і супроводжувалась запасами гумусу в 0–50 см шарі в розрізі сівозмін – 125,1–125,9 т/га.

Застосування альтернативної орґано-мінеральної системи удобрення в зерно-бурякових сівозмінах збільшило запаси гумусу у 0–50 см шарі до мінеральної системи удобрення – на 3,5–4,2 т/га. Заорювання у ґрунт соломи і мінеральних добрив супроводжувалось коефіцієнтами гуміфікації соломи у сівозміні з двома полями сої – 55 %, за передпопередників ячмінь – горох – 61 %, передпопередників горох – вико-овес – 50 %. У сівозміні з передпопередниками ячмінь – горох гумусоутворення протікало інтенсивніше, ніж у сівозмінах з двома полями сої та передпопередниками горох – вико-овес.

Найвищі обсяги надходження органічної речовини у ґрунт досягали за поєднаного внесення $N_{90}P_{90}K_{90}$ + солома + сидерат. Заорювання зеленої маси проміжної сидеральної культури гірчиці білої поєднано з соломою збільшило обсяги надходження вуглецю у ґрунт на 3,12 т/га. Загальні обсяги надходження органічної речовини у ґрунт у зазначеному варіанті становили у розрізі сівозмін 3,55–3,57 т/га, супроводжувались запасами гумусу в 0–50 см шарі – 125,9–126,4 т/га і формували позитивну сезонну динаміку вмісту гумусу у ґрунті. Порівняно з фоном мінеральних добрив збагачена на органічний компонент альтернативна орґано-мінеральна система удобрення збільшила запаси гумусу у 0–50 см шарі – на 4,3–4,7 т/га. Коефіцієнтами гуміфікації органічних решток у ґрунті у сівозміні з двома полями сої становили 22 %, за передпопередників ячмінь – горох – 41 %, передпопередників горох – вико-овес – 44 %. Додатково заорювання у ґрунт збідненої на лігнінові речовини зеленої маси гірчиці білої зменшило коефіцієнти гуміфікації органічної речовини порівняно з внесенням соломи.

Високий рівень забезпечення ґрунту органічною речовиною формувався за традиційної на основі гною орґано-мінеральної системи удобрення. За внесення під буряки цукрові $N_{90}P_{90}K_{90}$ + 30 т/га гною обсяги надходження органічної речовини у ґрунт становили 3,21 т/га, супроводжувались запасами гумусу в 0–50 см шарі у розрізі сівозмін – 126,2–126,6 т/га. Порівняно з фоном мінеральних добрив традиційна орґано-мінеральна система удобрення збільшила запаси гумусу у 0–50 см шарі – на 4,6–4,9 т/га і в усіх сівозмінах формувала позитивну сезонну динаміку вмісту гумусу у ґрунті. Коефіцієнтами гуміфікації органічних решток у ґрунті за внесення гною у сівозміні з двома полями сої становили 21 %, за передпопередників ячмінь – горох – 32 %, передпопередників горох – вико-овес – 39 %.

Висновки

1. Вміст гумусу в чорноземі вилугуваному залежав переважно від системи удобрення і незначно залежав від структури короткоротаційних зерно-бурякових сівозмін. Внесення упродовж 20 років під буряки цукрові $N_{90}P_{90}K_{90}$ + солома + сидерат або $N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + побічна продукція + сидерат на 1 га сівозміни забезпечило найвищий вміст гумусу у ґрунті: у шарі 0–30 см – 4,04–4,07 %, 30–50 см – 3,79–3,81 %, що було вищим порівняно з фоном мінеральних добрив – на 0,18–0,20 % та 0,06–0,08 % відповідно. Альтернативна орґано-мінеральна система удобрення стабілізувала вміст гумусу у ґрунті на рівні внесення $N_{90}P_{90}K_{90}$ + 30 т/га гною або $N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + 10 т гною на 1 га сівозміни.

2. Вміст гумусу в орному 0–30 см шарі ґрунту піддавався сезонній динаміці. За мінеральної системи удобрення вміст гумусу у ґрунті на кінець вегетації зменшився в сівозмінах порівняно з висхідним показником – на 0,02–0,03 %, за орґано-мінеральних систем удобрення – навпаки зростав на 0,02–0,04 %. У підорному 30–50 см шарі вміст гумусу у ґрунті залишався стабільним.

3. Альтернативна з внесенням мінеральних добрив, соломи та сидерату система удобрення мала найвищий стабілізаційний вплив на стан гумусу ґрунту. Внесення $N_{90}P_{90}K_{90}$ + солома + сидерат забезпечило найвищі обсяги надходження органічної речовини у ґрунт у сівозмінах в кількості – 3,55–3,57 т/га та супроводжувалось високими коефіцієнтами її гуміфікації: у сівозміні з двома полями сої – 22 %, за передпопередників ячмінь – горох – 41 %, горох – вико-овес – 44 %. Вплив структури сівозмін на стан гумусу в чорноземному ґрунті визначено неістотним.

Використана література

1. Дегтярьов В. В. Гумус чорноземів Лісостепу і Степу України. Харків : Майдан, 2011. 360 с.
2. 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.
3. Лісовий М. В., Комариста А. В. Баланс гумусу і поживних речовин в ґрунтах степової зони України. *Вісник аграрної науки південного регіону*. 2008. № 3. С. 25–28.
4. Тараріко О. Г., Греков В. О., Дацько Л. В. Механізми і технології контролю родючості ґрунтів. *Вісник аграрної науки*. 2011. № 11. С. 16–19.
5. Lemke R. L., Van den Bygaart 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 Ecosystem Environment*. 2010. Vol. 135, Iss. 1–2. P. 42–51. doi: 10.1016/j.agee.2009.08.010
6. Yang Z. C., Zhao N., Huang F., Lv Y. Z. Long-term effects of different organic and inorganic fertilizer treatments on soil organic carbon sequestration and crop yields on the North China Plain. *Soil and Tillage Research*. 2015. Vol. 146. P. 47–52. doi: 10.1016/j.still.2014.06.011
7. Mader P. Soil fertility in sustainable farming systems. *Journal of the Royal Swedish Academy of Agriculture and Forestry*. 2004. No. 1. P. 37–40.
8. Huanga T., Yanga H., Huanga C., Ju X. Effects of nitrogen management and straw return on soil organic carbon sequestration and aggregate-associated carbon. *European Journal of Soil Science*. 2018. Vol. 69, Iss. 5. P. 913–923. doi: 10.1111/ejss.12700
9. Цвей Я. П., Касянчук Ф. П. Використання поживної гірчиці при вирощуванні цукрових буряків. *Цукрові буряки*. 2004. № 3. С. 14–15.
10. Балаєв А. Д., Тонха О. Л. Відновлення родючості чорноземів Лісостепу в сучасному землеробстві. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2014. Вип. 195(1). С. 14–19.
11. Польовий В. М. Оптимізація систем удобрення у сучасному землеробстві. Рівне : Волинські обереги, 2007. 320 с.

References

1. Degtyarov, V. V. (2011). *Humus of chernozems of the Forest Steppe and Steppe of Ukraine*. Kharkiv: Maidan. [In Ukrainian]
2. Zaryshniak, A. S., Baliuk, S. A., Lisovyi, M. V., & Komarista, A. V. (2012). Balance of humus and nutrients in the soils of Ukraine. *Bulletin of Agrarian Science*, 1, 28–32. [In Ukrainian]
3. Lisovyi, M. V., & Komarysta, A. V. (2008). Balance of humus and nutrients in the soils of the steppe zone of Ukraine. *Herald of Agrarian Science of the Southern Region*, 3, 25–28. [In Ukrainian]
4. Tarariko, O. G., Grekov, V. O., & Datsko, L. V. (2011). Mechanisms and technologies of soil fertility control. *Bulletin of Agrarian Science*, 11, 16–19. [In Ukrainian]
5. Lemke, R. L., Van den Bygaart, A. J., Campbell, C. A., Lafond, G. P., & Grant, B. (2010). (2010). Crop residue removal and fertilizer N: effects on soil organic carbon in a long-term crop rotation experiment on a Udic Boroll. *Agriculture Ecosystem Environment*, 135(1–2), 42–51. Doi: 10.1016/j.agee.2009.08.010
6. Yang, Z. C., Zhao, N., Huang, F., & Lv, Y. Z. (2015). Long-term effects of different organic and inorganic fertilizer treatments on soil organic carbon sequestration and crop yields on the North China Plain. *Soil and Tillage Research*, 146, 47–52. doi: 10.1016/j.still.2014.06.011
7. Mader, P. (2004). Soil fertility in sustainable farming systems. *Journal of the Royal Swedish Academy of Agriculture and Forestry*, 1, 37–40.
8. Huanga, T., Yanga, H., Huanga, C., & Ju, X. (2018). Effects of nitrogen management and straw return on soil organic carbon sequestration and aggregate-associated carbon. *European Journal of Soil Science*, 69(5), 913–923. Doi: 10.1111/ejss.12700
9. Tsvey, Ya. P., & Kasyanchuk, F. P. (2004). Use of harvest mustard when growing sugar beets. *Sugar Beet*, 3, 14–15. [In Ukrainian]
10. Balaev, A. D., & Tonkha, O. L. (2014). Restoration of the fertility of forest-steppe chernozems in modern agriculture. *Scientific Bulletin of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine*, 195(1), 14–19. [In Ukrainian]
11. Poliovyi, V. M. (2007). *Optimization of fertilization systems in modern agriculture*. Rivne: Volyn amulets. [In Ukrainian]

UDC 631.416.1:631.81

Ivanina, V. V.*, & **Tabachuk, O. O.** (2023). The influence of organic–mineral fertilization system and the structure of crop rotation on the humus condition of leached chernozem. *Advanced Agritechnologies*, 11(2). <https://doi.org/10.47414/na.11.2.2023.284680> [In Ukrainian]

*Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, NAAS of Ukraine, 25 Klinichna St., Kyiv, 03110, Ukraine,
e-mail: v_ivanina@ukr.net

Purpose. To study the influence of organic-mineral fertilization systems and the structure of crop rotation on the transformation of organic matter and the state of humus in leached chernozem. **Methods.** Long-term field and analytical. **Results.** Research data on the amount of organic matter entering the soil, its humification, and the effect on the humus content in leached chernozem, depending on fertilization systems and the structure of crop rotation, are given. It was established that under the mineral fertilization system, the humus content in the soil was the lowest and demonstrated a negative seasonal dynamic. The stability of the humus content in the soil was ensured by traditional and alternative organic-mineral fertilization systems. **Conclusions.** The content of humus in leached chernozem mainly depended on the fertilization system and slightly depended on the crop rotation structure. Application of $N_{90}P_{90}K_{90}$ + straw + green manure or $N_{48.8}P_{45}K_{55}$ + by-products + green manure per 1 ha of crop rotation under sugar beet during 20 years provided the highest humus content in the soil. The content of humus was 4.04–4.07% in the 0–30 cm soil layer and 3.79–3.81% in the 30–50 cm layer, which was higher compared to mineral fertilizations by 0.18–0.20% and 0.06–0.08%, respectively. The alternative organic-mineral fertilization system stabilized the humus content in the soil at the level of the conventional manure-based fertilization system. In the mineral fertilization system, the humus content in the soil of the crop rotations decreased at the end of the vegetation season compared to the initial indicator by 0.02–0.03%, while in the organic-mineral fertilization system it increased by 0.02–0.04%. The humus content remained stable in the 30–50 cm soil layer. The alternative fertilization system with the application of mineral fertilizers, straw and green manure had the highest stabilization effect on the state of soil humus. The application of $N_{90}P_{90}K_{90}$ + straw + green manure provided the highest amounts of organic matter entering the soil in crop rotations – 3.55–3.57 t/ha accompanied by high humification coefficients: 22 % in a crop rotation with two fields of soybean, 41 % with barley and pea mix as preceding crops, and 44 % with pea, vetch and oat mix as preceding crops. The influence of the structure of crop rotation on the state of humus in leached chernozem was found insignificant.

Keywords: *fertilizers; crop rotation; humus; leached chernozem.*

*Надійшла / Received 27.04.2023
Погоджено до друку / Accepted 18.05.2023*