

УДК 631.417:631.82.862.867

Стан гумусу чорнозему вилугуваного та післядія добрив за тривалого їх застосування у зернових ланках сівозміни

Р. В. Іваніна*, Ю. П. Дубовий, С. М. Сенчук

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

Мета. Дослідити стан гумусу та ефективну родючість чорнозему вилугуваного у післядії вирощування культур за тривалого понад 40 років застосування органічних і мінеральних добрив у зернових ланках сівозміни. **Методи.** Довготривалий польовий та аналітичний. **Результати.** Наведено результати досліджень щодо впливу 40-річного внесення органічних і мінеральних добрив на стан гумусу чорнозему вилугуваного та продуктивність культур у зернових ланках сівозмін, які вирощували у післядії добрив. За застосування традиційної та альтернативної органо-мінеральних систем удобрення визначено вміст гумусу в орному 0–30 см та підорному 30–40 см шарах ґрунту. Встановлено тісні зв'язки між станом гумусу чорнозему вилугуваного, врожайністю сільськогосподарських культур та системою застосування добрив. **Висновки.** Найвищої інтенсивності процесів гумусоутворення в чорноземі вилугуваному досягнуто за 40-річного внесення добрив ($N_{43}P_{43}K_{43} + 8,3$ т гною на 1 га сівозміни) у плодозмінній сівозміні: вміст гумусу в шарі 0–30 см – 3,52 %, 30–40 см – 3,28 % з перевищенням до контролю без добрив – на 0,36 % та 0,22 %. У зерно-просапній сівозміні зазначена система удобрення супроводжувалась зменшенням вмісту гумусу в орному шарі на 0,07 %, підорному – на 0,02 %. Зниження інтенсивності гумусоутворення спостерігали за альтернативної органо-мінеральної системи удобрення ($N_{43}P_{43}K_{43} +$ побічна продукція). Порівняно з традиційним на основі гною внесенням мінеральних добрив вміст гумусу в шарі 0–30 см зменшився на 0,10 %, 30–40 см – на 0,02 % за абсолютного вмісту – відповідно 3,42 % та 3,26 %. Вирощування у плодозмінній сівозміні конюшини та ячменю ярого за післядії органічних і мінеральних добрив супроводжувалось істотним підвищенням врожайності обох культур – відповідно на 14,7–16,0 та 0,82–1,04 т/га, тоді як у зерно-просапній сівозміні – лише зростанням врожайності ячменю ярого на 0,98–1,00 т/га. Вика яра у зерно-просапній сівозміні не реагувала на післядію добрив. Найвищу врожайність конюшини та ячменю ярого отримали у післядії внесення $N_{43}P_{43}K_{43} + 8,3$ т гною на 1 га сівозмінної площі – відповідно 33 та 3,45–3,56 т/га.

Ключові слова: гумус; ланки сівозміни; добрива; післядія; чорнозем вилугуваний.

Вступ

Формування сталих основ ведення сільськогосподарського виробництва, що забезпечить збереження родючості ґрунтів та отримання високої продуктивності сільськогосподарських культур, є основою сучасної європейської стратегії в галузі сільського господарства [1–3].

Система удобрення і формування структури сівозмін є найбільш дієвими і ефективними технологічними заходами на шляху досягнення поставленої мети. Дослідженнями [4–7] встановлено, що застосування органічних і мінеральних добрив за балансовим принципом та введення до структури сівозмін багаторічних бобових насичує ґрунт органічною речовиною, біологічним азотом, сприяє рівновазі мікробіологічних процесів та відновленню природної родючості ґрунту.

За умов гострого дефіциту гною в сівозмінах ефективно заорювати на добриво побічну продукцію вирощуваних сільськогосподарських культур [8]. Дослідження показують, що

Іваніна Р. В., Дубовий Ю. П., Сенчук С. М. Стан гумусу чорнозему вилугуваного та післядія добрив за тривалого їх застосування у зернових ланках сівозміни. *Новітні агротехнології*. 2019. № 7. URL: <http://jna.bio.gov.ua/article/view/204798>.

<http://jna.bio.gov.ua/>

використання на добриво побічної продукції дозволяє в сівозмінах різної структури досягти урівноваженого балансу гумусу, зменшити за рахунок рециркуляції дози внесення мінеральних добрив на 30–50 % та сформувати екологічно врівноважені агроценози [3, 9].

Органо-мінеральна система удобрення має тривалу післядію, що дозволяє ефективно розподілити мінеральні добрива між культурами сівозміни і досягти максимальної економічної віддачі від їх застосування [10].

Сучасне виробництво, направлене на досягнення максимальної економічної віддачі на принципах екологічної стабільності та збереження родючості ґрунтів, потребує вивчення динаміки гумусу, визначення економічно ефективних та екологічно збалансованих систем застосування добрив у сівозмінах.

Мета досліджень – дослідити стан гумусу та ефективну родючість чорнозему вилугуваного у післядії вирощування культур за тривалого понад 40 років застосування органічних і мінеральних добрив у зернових ланках сівозміни.

Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили у стаціонарному польовому досліді Білоцерківської дослідно-селекційної станції, закладеному у 1976 році. Площа посівної ділянки – 228 м², облікової – 100 м². Розміщення варіантів у досліді – систематичне послідовне, повторність триразова.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем вилугуваний середньосуглинковий, який має таку агрохімічну та фізико-хімічну характеристику орного (0–30 см) шару: гідролітична кислотність за Каппеном – 1,71–1,80 смоль/кг ґрунту; загальний вміст гумусу за Тюрнімом – 3,6–3,8 %; рухомого фосфору та калію за Чиріковим – відповідно 153–170 та 64–78 мг/кг ґрунту; лужногідролізованого азоту за Корнфілдом – 110–115 мг/кг ґрунту.

Дослідження проводили у двох ланках сівозміни: 1) ячмінь ярий з підсівом конюшини – конюшина – пшениця озима (плодозмінна сівозміна); 2) ячмінь ярий – вика яра – пшениця озима (зерно-просапна сівозміна). Ячмінь ярий, конюшину, вику яру вирощували за післядії добрив; пшеницю озиму – за прямого їх внесення. Стан гумусу та ефективну родючість чорнозему вилугуваного у післядії вирощування культур в обох ланках вивчали за довготривалого внесення на 1 га сівозміни N₄₃P₄₃K₄₃ + 8,3 т гною та N₆₅P₄₃K₄₃ + 8,3 т гною; у ланці з конюшиною додатково N₄₃P₄₃K₄₃ + побічна продукція.

Зразки ґрунту для аналізів відбирали в агроценозі пшениці озимої по завершенню вегетації в шарах 0–30 та 30–40 см. Середній зразок ґрунту формували із п'яти відборів на кожній ділянці, відбори проводили у трьох повтореннях. У висушених і підготовлених зразках ґрунту визначали вміст гумусу за Тюрнімом. Облік урожайності проводили пробними ділянками у трьох повтореннях з наступним перерахуванням у тони на гектар.

Результати досліджень

Дослідження показали, що вирощування сільськогосподарських культур понад 40 років без застосування добрив сприяло інтенсивнішому накопиченню гумусу у плодозмінній сівозміні, з концентрацією гумусу в орному 0–30 см шарі. Вміст гумусу на момент збирання пшениці озимої в шарі 0–30 см плодозмінної сівозміни становив 3,16 %, зерно-просапної – 3,10 %, що було меншим на 0,06 %. У підорному 30–40 см шарі перевага вмісту гумусу на 0,03 % спостерігалась у зерно-просапній сівозміні. Насичення плодозмінної сівозміни багаторічними бобовими травами збільшувало накопичення органічної речовини і біологічного азоту в орному шарі і, тим самим, сприяло більш інтенсивному накопиченню гумусу (табл. 1).

Застосування понад 40 років органічних і мінеральних добрив (N₄₃₋₆₅P₄₃K₄₃ + 8,3 т гною 1 га сівозміни) збільшило вміст гумусу в орному шарі плодозмінної сівозміни на 0,36–0,37%, зерно-просапної – на 0,35 %, за абсолютного вмісту – відповідно 3,52–3,53 % та 3,45 %. Інтенсивність накопичення гумусу у плодозмінній сівозміні за застосування добрив була вищою, ніж у зерно-просапній сівозміні. Аналогічну тенденцію спостерігали у підорному 30–40 см шарі чорнозему вилугуваного, проте обсяги зростання вмісту гумусу були меншими, ніж у верхньому орному шарі. Так, за внесення N₄₃P₄₃K₄₃ + 8,3 т гною 1 га плодозмінної сівозміни вміст гумусу в шарі 30–40 см становив – 3,28 %, зерно-просапної – 3,26 %; N₆₅P₄₃K₄₃ + 8,3 т гною – відповідно 3,34 % та 3,29 %. Застосування добрив збільшило вміст гумусу в підорному 30–40 см шарі порівняно з контролем без добрив у плодозмінній сівозміні на 0,22–0,28 %, зерно-просапній – на 0,17–0,20 %. Збільшення

доза азотних добрив з 43 до 65 кг/га сівозміни підвищило вміст гумусу у 30–40 см шарі у ланці з конюшиною на 0,06 %, викою ярою – на 0,03 %. Таке збільшення може бути наслідком зростання мобільних форм гумусу за посиленого азотного живлення і інтенсивнішим його вилугуванням у підорний шар.

Таблиця 1

Вміст гумусу в чорноземі вилугуваному залежно від ланки сівозміни і системи удобрення (2017–2019 рр.)

№ вар.	Ланка сівозміни (фактор А)	Дози добрив (фактор В)	Вміст гумусу, %		± до контролю	
			глибина, см			
			0–30	30–40	0–30	30–40
11	ячмінь –	Без добрив (контроль)	3,16	3,06	–	–
4	конюшина	N ₄₃ P ₄₃ K ₄₃ +8,3 т/га гною	3,52	3,28	0,36	0,22
13	– пшениця	N ₄₃ P ₄₃ K ₄₃ + ПП	3,42	3,26	0,26	0,16
5	озима	N ₆₅ P ₄₃ K ₄₃ +8,3 т/га гною	3,53	3,34	0,37	0,28
51	ячмінь –	Без добрив (контроль)	3,10	3,09	–	–
41	вика яра –	N ₄₃ P ₄₃ K ₄₃ +8,3 т/га гною	3,45	3,26	0,35	0,17
49	пшениця озима	N ₆₅ P ₄₃ K ₄₃ +8,3 т/га гною	3,45	3,29	0,35	0,20
		НІР _{0,05}	0,15	0,12	–	–
		Р, %	2,2	2,6	–	–

Зменшення інтенсивності гумусоутворення у чорноземі вилугуваному спостерігали за альтернативної органо-мінеральної системи удобрення. Застосування понад 40 років N₄₃P₄₃K₄₃ + побічна продукція 1 га плодозмінної сівозміни забезпечило вміст гумусу на момент збирання пшениці озимої в шарі 0–30 см – 3,42 %, шарі – 30–40 см – 3,26 %, що порівняно з внесенням N₄₃P₄₃K₄₃ + 8,3 т гною 1 га сівозміни визначено меншим – відповідно на 0,10 % та 0,02 %.

Отже, органо-мінеральні системи удобрення сприяли підвищенню вмісту гумусу і зберігали природну родючість чорнозему вилугуваного за тривалого понад 40 років його використання. В умовах плодозмінної сівозміни процеси гуміфікації протікали значно інтенсивніше, ніж у зерно-просапній, що обумовлено зростанням обсягів надходження у ґрунт органічної речовини і біологічного азоту і вказує на вагому роль багаторічних бобових трав у питаннях збереження і відтворення природної родючості чорноземних ґрунтів.

Вплив родючості ґрунту, сформованої 40-річним застосуванням органічних і мінеральних добрив, на врожайність культур вивчали у двох ланках сівозміни: ячмінь ярий з підсівом конюшини – конюшина – пшениця озима (плодозмінна сівозміна) та ячмінь ярий – вика яра – пшениця озима (зерно-просапна сівозміна). За основу оцінки було взято врожайність культур, які вирощували у післядії застосування добрив – це ячмінь ярий та бобові культури.

На контролі без застосування добрив врожайність ячменю ярого у ланці з конюшиною (плодозмінна сівозміна) становила 2,41 т/га, викою ярою (зерно-просапна сівозміна) – 2,56 т/га. За насичення сівозміни просапними культурами врожайність ячменю ярого визначено на 0,15 т/га вищою, ніж у плодозмінній сівозміні. Це може бути наслідком посиленої мінералізації органічної речовини ґрунту просапними культурами і, як наслідок, формування вищого фону мобільних форм поживних речовин у ґрунті (рис. 1).

Вищу врожайність зерна ячменю ярого у зерно-просапній сівозміні спостерігали і за тривалого понад 40 років застосування органічних і мінеральних добрив. За внесення N₄₃P₄₃K₄₃ + 8,3 т гною на 1 га сівозміни врожайність ячменю ярого у післядії добрив у ланці з конюшиною становила 3,45 т/га, викою ярою – 3,56 т/га; за збільшення дози азоту на 30 % (N₆₅P₄₃K₄₃ + 8,3 т гною на 1 га сівозміни) – відповідно 3,42 та 3,54 т/га. За рахунок сформованої добривами ефективною родючості ґрунту врожайність зерна ячменю ярого порівняно з контролем без добрив підвищилась у плодозмінній сівозміні – на 1,01–1,04 т/га, зерно-просапній – на 0,98–1,0 т/га.

Післядія альтернативної органо-мінеральної системи удобрення (N₄₃P₄₃K₄₃ + побічна продукція на 1 га сівозміни) на врожай ячменю ярого поступалась традиційній на основі гною системі удобрення. Врожайність зерна ячменю ярого у післядії N₄₃P₄₃K₄₃ + побічна продукція становила 3,23 т/га, тоді як у післядії N₄₃P₄₃K₄₃ + 8,3 т гною на 1 га сівозміни – 3,45 т/га, що на 0,22 т/га було вищим.

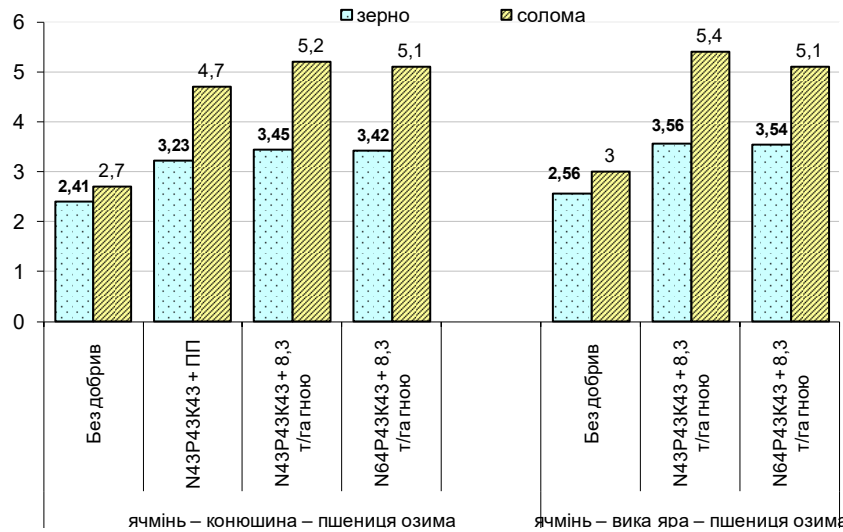


Рис. 1. Врожайність ячменю ярого у ланках сівозміни за післядії внесення добрив, т/га (середнє 2015–2017 рр.)

Вирощування конюшини у плодозмінній сівозміні за післядії добрив супроводжувалось врожайністю зеленої маси 30,3–33,0 т/га, що на 13,3–16,0 т/га було вищим, ніж у контролі без добрив (рис. 2).

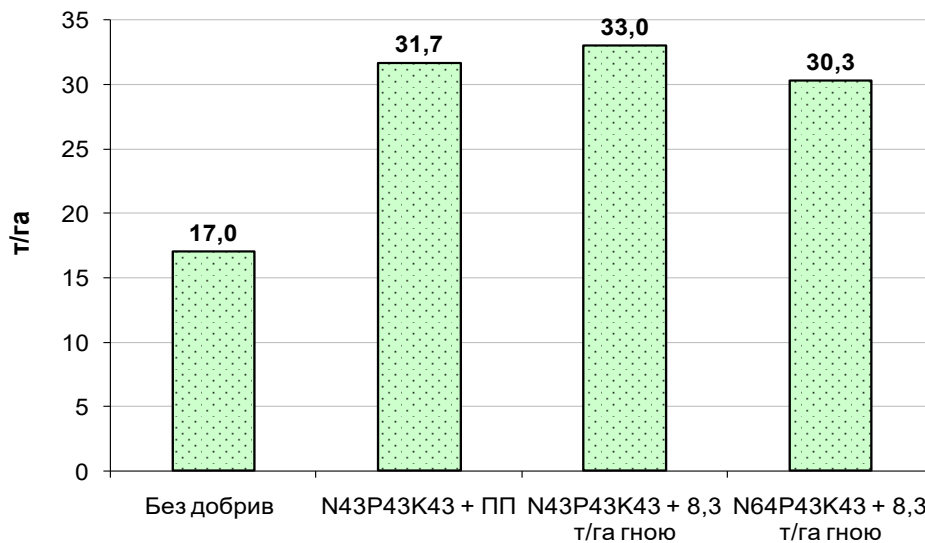


Рис. 2. Врожайність зеленої маси конюшини у післядії внесення добрив, т/га (середнє 2016–2018 рр.)

Родючість ґрунту, сформована 40-річним застосуванням традиційної (N₄₃P₄₃K₄₃ + 8,3 т гною на 1 га сівозміни) та альтернативної (N₄₃P₄₃K₄₃ + побічна продукція) систем удобрення, практично однаково впливала на врожайність конюшини, збільшивши майже удвічі врожайність конюшини за післядії внесення добрив. Натомість, збільшення дози азотних добрив у плодозмінній сівозміні з 43 до 65 кг/га сівозмінної площі не супроводжувалось зростанням врожайності і визначено неефективним.

Вирощування вики ярої за післядії добрив у зерно-просапній сівозміні визначено неефективним. Врожайність насіння вики ярої на контролі без добрив становила 1,25 т/га, соломи – 5,1; за післядії внесення N₄₃P₄₃K₄₃ + 8,3 т гною на 1 га сівозміни – відповідно 1,18 та 5,6; післядії N₆₅P₄₃K₄₃ + 8,3 т гною – 0,95 та 5,2 т/га. Тривале застосування добрив підвищило у післядії переважно врожайність стеблової маси і не мало істотного впливу на врожайність насіння (рис. 3).

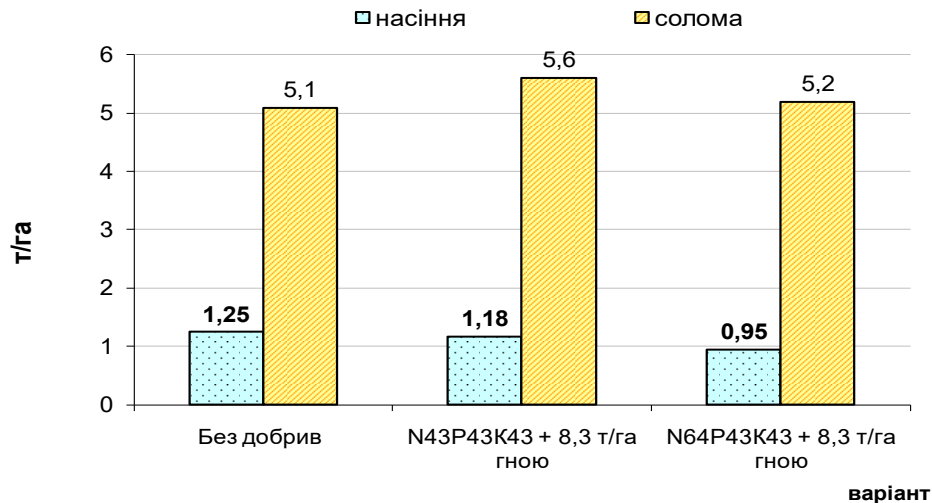


Рис. 3. Врожайність насіння вики ярої у післядії внесення добрив, т/га (середнє 2016–2018 рр.)

Отже, конюшина та ячмінь ярий за вирощування у післядії застосування органічних і мінеральних добрив істотно підвищували врожайність, тоді як вика яра не реагувала на післядію добрив. Найвищу врожайність конюшини та ячменю ярого отримали у післядії внесення $N_{43}P_{43}K_{43} + 8,3$ т гною на 1 га сівозмінної площі – відповідно 33 т/га та 3,45–3,56 т/га, збільшення до контролю без добрив – 16 та 1,0–1,04 т/га.

Висновки

Найвищої інтенсивності процесів гумусоутворення в чорноземі вилугуваному досягнуто за 40-річного внесення добрив ($N_{43}P_{43}K_{43} + 8,3$ т гною на 1 га сівозміни) у плодозмінній сівозміні: вміст гумусу в шарі 0–30 см – 3,52 %, 30–40 см – 3,28 % з перевищенням до контролю без добрив – на 0,36 % та 0,22 %. У зерно-просапній сівозміні зазначена система удобрення супроводжувалась зменшенням вмісту гумусу в орному шарі на 0,07 %, підорному – на 0,02 %. Зниження інтенсивності гумусоутворення спостерігали за альтернативної органо-мінеральної системи удобрення ($N_{43}P_{43}K_{43} +$ побічна продукція). Порівняно з традиційною на основі гною системою удобрення вміст гумусу в шарі 0–30 см зменшився – на 0,10 %, 30–40 см – на 0,02 % за абсолютного вмісту – відповідно 3,42 % та 3,26 %.

Вирощування у плодозмінній сівозміні конюшини та ячменю ярого за післядії органічних і мінеральних добрив супроводжувалось істотним підвищенням врожайності обох культур – відповідно на 14,7–16,0 та 0,82–1,04 т/га, тоді як у зерно-просапній сівозміні – лише зростанням врожайності ячменю ярого на 0,98–1,00 т/га. Вика яра у зерно-просапній сівозміні не реагувала на післядію добрив. Найвищу врожайність конюшини та ячменю ярого отримали у післядії внесення $N_{43}P_{43}K_{43} + 8,3$ т гною на 1 га сівозмінної площі – відповідно 33 та 3,45–3,56 т/га.

Використана література

1. Заришняк А. С., Балюк С. А., Лісовий М. В., Комариста А. В. Баланс гумусу і поживних речовин в ґрунтах України. *Вісн. аграр. науки*. 2012. № 1. С. 28–32.
2. Schütz L., Gattinger A., Meier M. et al. Improving crop yield and nutrient use efficiency via biofertilization – a global meta-analysis. *Front. Plant Sci.* 2018. Vol. 8. 2204. doi: 10.3389/fpls.2017.02204
3. Іваніна В. В. Біологізація удобрення культур у сівозмінах. Київ : Компрінт, 2016. 328 с.
4. 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. *Sci Rep.* 2019. Vol. 9, Iss. 1. 1878. doi: 10.1038/s41598-018-37087-4
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. *Agr. Ecosyst. Environ.* 2016. Vol. 230. P. 116–126. doi: 10.1016/j.agee.2016.05.032
6. Venkatesh M. S., Hazra K. K., Ghosh P. K. et al. Long-term effect of crop rotation and nutrient management on soil-plant nutrient cycling and nutrient budgeting in Indo-Gangetic plains of India. *Arch. Agron. Soil Sci.* 2017. Vol. 63, Iss. 14. P. 2007–2022. doi: 10.1080/03650340.2017.1320392

7. Palmer J., Thorburn P., Biggs J. et al. Nitrogen Cycling from Increased Soil Organic Carbon Contributes Both Positively and Negatively to Ecosystem Services in Wheat Agro-Ecosystems. *Front. Plant Sci.* 2017. Vol. 8. 731 doi: 10.3389/fpls.2017.00731
8. Lemke R. L., 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. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2010. Vol. 135. P. 42–51. doi: 10.1016/j.agee.2009.08.010
9. Заришняк А. С., Іваніна В. В., Колібабчук Т. В. Трансформація вуглецю в чорноземі опідзоленому за різних систем удобрення зерно-бурякової сівозміни. *Вісн. аграр. науки.* 2012. № 8. С. 12–17.
10. Lori M., Symanczik S., Mäder M. et al. Distinct Nitrogen Provisioning From Organic Amendments in Soil as Influenced by Farming System and Water Regime. *Front. Environ. Sci.* 2018. Vol. 6. P. 33–40. doi: 10.3389/fenvs.2018.00040

References

1. Zarishniak, A. S., Baliuk, S. A., Lisovyi, M. V., & Komarista, A. V. (2012). Balance of humus and nutrients in soils of Ukraine. *Visn. Agrar. Nauki* [Bulletin of Agricultural Science], 1, 28–32. [in Ukrainian]
2. Schütz, L., Gattinger, A., Meier, M., Muller, A., Boller, T., & Mäder, P. (2018). Improving crop yield and nutrient use efficiency via biofertilization – a global meta-analysis. *Front. Plant Sci.*, 8, 2204. doi: 10.3389/fpls.2017.02204
3. Ivanina, V. V. (2016). *Biologizatsia udobrenia kultur u sivozminakh* [Biologization of crop fertilization in crop rotation]. Kyiv: Kompynt. [in Ukrainian]
4. Martyniuk, S., Pikuła, D., & Kozieł, M. (2019). Soil properties and productivity in two long-term crop rotations differing with respect to organic matter management on an Albic Luvisol. *Sci. Rep.*, 9(1), 1878. doi: 10.1038/s41598-018-37087-4
5. Blanchet, G., Gavazov, K., Bragazza, L., & Sinaj, S. (2016). Responses of soil properties and crop yields to different inorganic and organic amendments in a Swiss conventional farming system. *Agr. Ecosyst. Environ.*, 230, 116–126. doi: 10.1016/j.agee.2016.05.032.
6. Venkatesh, M. S., Hazra, K. K., Ghosh, P. K., Ganeshamurthy, A. N., Khuswah, B. L., Ali, M., Singh, J., & Mathur, R. S. (2017). Long-term effect of crop rotation and nutrient management on soil-plant nutrient cycling and nutrient budgeting in Indo-Gangetic plains of India. *Arch. Agron. Soil Sci.*, 63(14), 2007–2022. doi: 10.1080/03650340.2017.1320392
7. Palmer, J., Thorburn, P., Biggs, J., Dominati, E., Probert, M., Meier, E., ... Parton, W. (2017). Nitrogen Cycling from Increased Soil Organic Carbon Contributes Both Positively and Negatively to Ecosystem Services in Wheat Agro-Ecosystems. *Front. Plant Sci.*, 8, 731. doi: 10.3389/fpls.2017.00731
8. Lemke, R. L., Bygaart, A. J., Campbell, C. A., Lafond, G. P., & Grant, B. (2010). Crop residue removal and fertilizer N: effects on soil organic carbon in a long-term crop rotation experiment on a Udic Boroll. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 135, 42–51. doi: 10.1016/j.agee.2009.08.010
9. Zarishniak, A. S., Ivanina, V. V., & Kolibabchuk, T. V. (2012). Transformation of carbon in podzolic black soil under different fertilization systems of grain-beet crop rotation. *Visn. Agrar. Nauki* [Bulletin of Agricultural Science], 8, 12–17. [in Ukrainian]
10. Lori, M., Symanczik, S., Mäder, M., Efoza, N., Jaenicke, S., Buegger, F., Tresch, S., Goesmann, A., & Gattinger, A. (2018). Distinct Nitrogen Provisioning From Organic Amendments in Soil as Influenced by Farming System and Water Regime. *Front. Environ. Sci.*, 6, 33–40. doi: 10.3389/fenvs.2018.00040

УДК 631.417:631.82.862.867

Іваніна Р. В.*, **Дубовий Ю. П.**, **Сенчук С. Н.** Состояние гумуса чернозема выщелоченного и последствие удобрений при длительном их применении в зерновых звеньях севооборота // *Новітні агротехнології*. 2019. № 7. URL: <http://jna.bio.gov.ua/article/view/204798>.

*Институт биоэнергетических культур и сахарной свеклы НААН Украины, ул. Клиническая, 25, г. Киев, 03110, Украина, *e-mail: v_ivanina@meta.ua*

Цель. Исследовать состояние гумуса и эффективное плодородие чернозема выщелоченного в последствии выращивания культур при длительном более 40 лет применении органических и минеральных удобрений в зерновых звеньях севооборота. **Методы.** Длительный полевой и аналитический. **Результаты.** Приведены результаты исследований влияния 40-летнего внесения органических и минеральных удобрений на состояние гумуса чернозема выщелоченного и продуктивность культур в зерновых звеньях севооборотов, которые выращивали в последствии удобрений. При применении традиционной и альтернативной органоминеральных систем удобрения определено содержание гумуса в пахотном 0–30 см и подпахотном 30–40 см слоях почвы. Установлены тесные связи между состоянием гумуса чернозема выщелоченного, урожайностью сельскохозяйственных культур и системой применения удобрений. **Выводы.** Наивысшей интенсивности процессов гумусообразования в черноземе выщелоченном достигнуто при 40-летнем внесении удобрений ($N_{43}P_{43}K_{43} + 8,3$ т навоза на 1 га севооборота) в

плодосменном севообороте: содержание гумуса в слое 0–30 см – 3,52 %, 30–40 см – 3,28 % с превышением к контролю без удобрений – на 0,36 % и 0,22 %. В зернопропашном севообороте указанная система удобрения сопровождалась уменьшением содержания гумуса в пахотном слое на 0,07 %, подпахотном – на 0,02 %. Снижение интенсивности гумусообразования наблюдали при альтернативной органоминеральной системе удобрения ($N_{43}P_{43}K_{43}$ + побочная продукция). По сравнению с традиционным на основе навоза внесением минеральных удобрений содержание гумуса в слое 0–30 см уменьшилось на 0,10 %, 30–40 см – на 0,02 % при абсолютном содержании – соответственно 3,42% и 3,26%. Выращивание в плодосменном севообороте клевера и ячменя ярового в последствии органических и минеральных удобрений сопровождалось существенным повышением урожайности обеих культур – соответственно на 14,7–16,0 и 0,82–1,04 т/га, тогда как в зернопропашном севообороте – только ростом урожайности ячменя ярового на 0,98–1,00 т/га. Вика яровая в зерно-пропашном севообороте не реагировала на последствие удобрений. Наивысшую урожайность клевера и ячменя ярового получили в последствии внесения $N_{43}P_{43}K_{43}$ + 8,3 т навоза на 1 га севооборотной площади – соответственно 33 и 3,45–3,56 т/га.

Ключевые слова: гумус; звено севооборота; удобрения; последствие; чернозем выщелоченный.

UDC 631.417:631.82.862.867

Ivanina, R. V.*, Dubovyi, Yu. P., & Senchuk, S. M. (2019). Condition of humus in leached chernozem and aftereffect of fertilizers for their long-term use in crop rotation chains. *Novitni Agrotehnologii* [Advanced Agritechnologies], 7. Retrieved from <http://jna.bio.gov.ua/article/view/204798>. [in Ukrainian]

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

Purpose. To investigate the humus condition and the effective fertility of leached black soil in the aftereffect of crop cultivation for more than 40 years applying organic and mineral fertilizers in grain crop rotation chains. **Methods.** Long-term field and analytical. **Results.** The results of studies on the effect of 40-year organic and mineral fertilizers application on the status of humus of leached black soil and the productivity of crops in cereal chains of crop rotations grown in the aftereffect of fertilizers. Under application of traditional and alternative organic-mineral fertilizer systems, the humus content in arable 0–30 cm and subsoil 30–40 cm soil layers were determined. Close links have been established between the status of the leached black soil humus, crop yields and the fertilizer application system. **Conclusions.** The highest intensity of humus formation processes in the leached soil was achieved during the 40-year fertilizer application ($N_{43}P_{43}K_{43}$ + 8.3 tons of manure per 1 ha of crop rotation) in crop-changing rotation: humus content in the 0–30 cm layer of 3.52 %, 30–40 cm of 3.28 % with excess to control without fertilizers by 0.36 % and 0.22 %. In the grain-hoed crop rotation, the specified fertilizer system was accompanied by a decrease in the humus content in the arable layer by 0.07 %, and the subsurface one by 0.02 %. The decrease in the intensity of humus formation was observed with an alternative organic-mineral fertilizer system ($N_{43}P_{43}K_{43}$ + by-products). Compared to traditional manure-based fertilization, a content of the humus in 0–30 cm layer was decreased by 0.10 %, in 30–40 cm by 0.02 % with its absolute content value, respectively 3.42 % and 3.26 %. In the crop-changing crop rotation, growing clover and spring barley in the aftereffect of organic and mineral fertilizers was accompanied by a significant increase in the yield of both crops by 14.7–16.0 and 0.82–1.04 t/ha, respectively, whereas in the grain-hoed crop rotation only by an increase in the yield of spring barley by 0.98–1.00 t/ha. Spring vetch in grain-hoed crop rotation did not respond to the aftereffects of fertilizers. The highest yields of clover and spring barley were obtained after the application of $N_{43}P_{43}K_{43}$ + 8.3 tons of manure per 1 ha of crop rotation area and amounted to 33 and 3.45–3.56 t/ha, respectively.

Keywords: organic matter; crop rotation chain; fertilizers; aftereffect; leached black soil.

Надійшла / Received 16.10.2019
Погоджено до друку / Accepted 25.11.2019