

СТАН РОДЮЧОСТІ ЧОРНОЗЕМУ ВИЛУГУВАНОВОГО ЗА ТРИВАЛОГО ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ У ЗЕРНО- БУРЯКОВИХ СІВОЗМІНАХ

В.В. Іваніна¹, Т.П. Прокоп'юк²

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, ²simakovatanya@ukr.net

ORCID: ¹0000-0002-9471-114X, ²0009-0005-7008-1656

Надійшла 31.10.2024

Мета. Визначити вміст гумусу та елементів живлення в чорноземі вилугуваному за довготривалого застосування різних систем удобрення в зерно-бурякових сівозмінах. **Методи.** Польовий — для встановлення впливу систем удобрення і сівозмін на вміст гумусу, рухомого фосфору та калію в чорноземі вилугуваному; дисперсійного аналізу з використанням комп'ютерної програми Statistica, 2010. **Результати.** Наведено дані досліджень 50-річного застосування різних систем удобрення в зерно-бурякових сівозмінах і встановлено їхній вплив на родючість чорнозему вилугуваного. Виявлено, що високий вміст гумусу та елементів живлення в ґрунті формувався за органо-мінеральних систем удобрення, внесення мінеральних добрив посилювало мінералізацію гумусу. Встановлено, що в травопільній сівозміні добрива формували вищу родючість ґрунту, ніж у просапній та зернопросапній сівозмінах. **Висновки.** За внесення упродовж 50 років $N_{53}P_{42}K_{42} + 6,7$ т гною на 1 га ріллі вміст гумусу у ґрунті становив 3,44%, $N_{53}P_{42}K_{42} +$ побічна продукція — 3,30%, що більше порівняно з контролем без добрив відповідно на 0,37 та 0,23%. У зернопросапній і просапній сівозмінах уміст гумусу був меншим на 0,22 – 0,37% та 0,14 – 0,23% відповідно. Із застосуванням лише мінеральних добрив посилилася мінералізація гумусу і зменшився його вміст порівняно з контролем без добрив у сівозмінах на 0,05 – 0,09%. Довготривале внесення фосфорних добрив дозою 42 кг/га ріллі формувало високу забезпеченість чорнозему вилугуваного рухомим фосфором. Найвищий уміст рухомого фосфору в ґрунті був за внесення $N_{53}P_{42}K_{42} + 6,7$ т гною на 1 га ріллі: у шарах 0 – 30 см — 290 – 301, 30 – 40 см — 218 – 247 мг/кг ґрунту. Уміст рухомого фосфору в просапній сівозміні порівняно з його вмістом у плодозмінній та зернопросапній сівозмінах був вищим на 7 і 11 мг/кг ґрунту. Застосування калійних добрив дозою 42 кг/га ріллі формувало середню забезпеченість ґрунту рухомим калієм — 80 – 96 мг/кг ґрунту. З додатковим внесенням калію в складі гною (40 кг/га) та побічної продукції вміст рухомого калію в ґрунті підвищувався: за використання $N_{53}P_{42}K_{42} + 6,7$ т гною на 1 га ріллі становив 127 – 145 мг/кг, $N_{53}P_{42}K_{42} +$ побічна продукція — 103 – 123 мг/кг

ґрунту. Уміст рухомого калію в зернопросапній сівозміні порівняно з його вмістом у плодозмінній та просапній був вищим на 11 і 18 мг/кг ґрунту.

Ключові слова: гумус, рухомі фосфор і калій, ґрунт, добрива.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agroviznyk202411-03>

Порушення структури аграрного виробництва, занепад тваринництва, перехід на короткоротаційні сівозміни істотно змінили обіг органічної речовини та елементів живлення в ланцюгу ґрунт — рослина і стали причиною посиленої деградації ґрунтів [1, 2]. Розроблення стратегії сталого вирощування сільськогосподарських культур потребує пошуку альтернативних систем удобрення, здатних забезпечити баланс між подальшим зростанням продуктивності аграрного виробництва та збереженням родючості ґрунтів [3, 4].

Основою сталості сучасного аграрного виробництва може стати використання на добриво побічної продукції сільськогосподарських культур [5, 6]. Заміна гною на невикористані рослинні рештки сільськогосподарських культур наповнює ґрунт органічною речовиною, на 30–40% зменшує внос елементів живлення з ґрунту, що знижує техногенне навантаження на ґрунтову систему й створює фундамент для відтворення гумусу в ґрунті [7, 8].

Вплив добрив на основні параметри родючості ґрунтів можна простежити лише за довготривалого їх застосування в сівозмінах [9, 10]. Такий підхід враховує сукупний вплив сівозмінного фактора та добрив, особливості структури сівозмін, дає можливість прогнозувати стан ґрунту в тривалій перспективі залежно від способів його використання [11].

Мета досліджень — визначити вміст гумусу та елементів живлення в чорноземі вилугуваному за довготривалого застосування різних систем удобрення в зерно-бурякових сівозмінах.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили в стаціонарному польовому досліді Білоцерківської дослідно-селекційної станції (БДСС) упродовж 2022–2024 рр. Ґрунт дослідного

поля — чорнозем вилугуваний середньосуглинковий, площа посівної ділянки — 228 м², облікової — 100 м², повторність — 3-разова. В орному шарі ґрунту 0–30 см уміст гумусу за Тюріним становив 3,0–3,4%; рухомих фосфору та калію за Чиріковим — відповідно 130–138 та 76–82 мг/кг ґрунту.

У досліді вирощували гібрид буряків цукрових Константа, сорти пшениці озимої Лірика, соняшнику Вирій, ячменю ярого Одиссей, сої Аполло, вики ярої Білоцерківська 96, конюшини Вілія в зерно-бурякових сівозмінах із використанням загальноприйнятих агротехнік для зони Правобережного Лісостепу України.

Родючість чорнозему вилугуваного за 50-річного застосування добрив досліджували в 3-х типах зерно-бурякових сівозмін. Структура плодозмінної сівозміни: вико-овес — пшениця озима — буряки цукрові — ячмінь ярий + конюшина — конюшина — пшениця озима; зернопросапної: вико-овес — пшениця озима — буряки цукрові — ячмінь ярий — вика яра — пшениця озима; просапної — вико-овес — пшениця озима — буряки цукрові — ячмінь ярий — соя — соняшник.

Азотні добрива застосовували у формі сечовини, фосфорні — простого суперфосфату, калійні — калію хлористого. Як органічні добрива використовували напіврозкладений гній великої рогатої худоби та побічну продукцію сільськогосподарських культур, які вносили згідно зі схемою досліді, наведеною в табл. 1.

Для визначення родючості чорнозему вилугуваного зразки ґрунту відбирали в полі ячменю ярого впродовж 2022–2024 рр. у 3-разовій потворності. Уміст гумусу визначали за методом Тюріна згідно з ДСТУ 4289:2004, рухомі калій та фосфор — за Чиріковим згідно з ДСТУ 4115-2002 у 3-разовій

1. Уміст рухомого фосфору в чорноземі вилугуваному за тривалого застосування добрив у сівозмінах, мг/кг ґрунту (БЦДСС, 2022 – 2024 рр.)

Варіант	Сівозміна (фактор А)	Доза добрив на 1 га сівозміни (фактор В)	Шар ґрунту, см	
			0–30	30–40
11	Плодозмінна	Без добрив (контроль)	130	131
2		$N_{53}P_{42}K_{42}$	223	204
13		$N_{53}P_{42}K_{42} + 6,7$ т/га гною	290	218
4		$N_{53}P_{42}K_{42}$ + побічна продукція	244	202
51	Зернопросапна	Без добрив (контроль)	138	139
55		$N_{53}P_{42}K_{42}$	249	197
53		$N_{53}P_{42}K_{42} + 6,7$ т/га гною	294	233
49		$N_{53}P_{42}K_{42}$ + побічна продукція	245	215
31	Просапна	Без добрив (контроль)	138	138
33		$N_{53}P_{42}K_{42} + 6,7$ т/га гною	301	247
26		$N_{53}P_{42}K_{42}$ + побічна продукція	231	171
		$НІР_{05}$ (фактор А)	4	3
	$НІР_{05}$ (фактор В)	11	9	
	$НІР_{05}$ (фактор А+В)	14	12	

Примітка. Плодозмінна сівозміна (вико-овес — пшениця озима — буряки цукрові — ячмінь ярий + конюшина — конюшина — пшениця озима); зернопросапна (вико-овес — пшениця озима — буряки цукрові — ячмінь ярий — вика яра — пшениця озима); просапна (вико-овес — пшениця озима — буряки цукрові — ячмінь ярий — соя — соняшник (для табл. 1, 2).

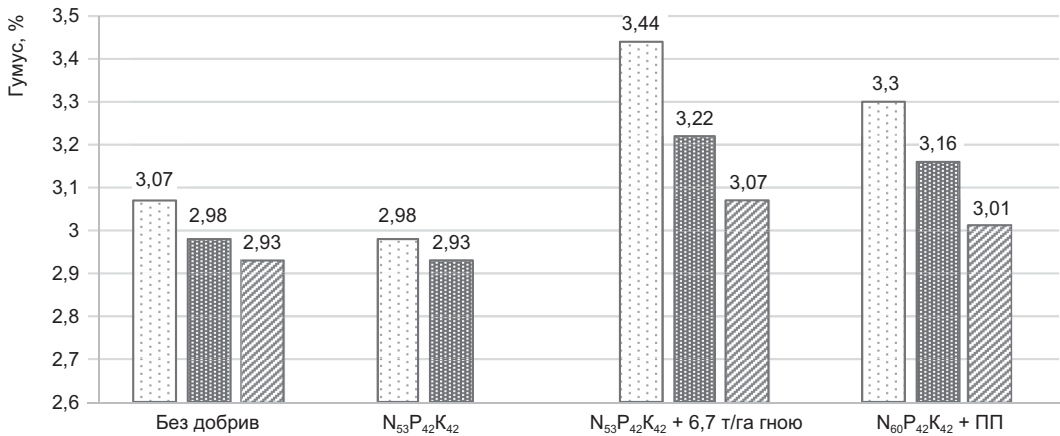
повторності. Експериментальні дані опрацьовували методом дисперсійного аналізу з використанням комп'ютерної програми Statistica, 2010.

Результати досліджень. У стаціонарному досліді, закладеному в 1973 р. після 50 років вирощування сільськогосподарських культур, найнижчі параметри родючості ґрунту були на контролі без добрив в усіх типах зерно-бурякових сівозмін. У середньому за 2022—2024 рр. вміст гумусу в орному шарі чорнозему вилугуваного 0–30 см у плодозмінній сівозміні становив 3,07%, зернопросапній — 2,98, просапній — 2,93%. У зернопросапній сівозміні (частка просапних культур 17%) порівняно з плодозмінною, де замість конюшини вирощували вику яру, вміст гумусу в орному шарі 0–30 см за 50 років використання зменшився на 0,09%; у просапній (частка просапних культур 33%) з вирощуванням сої і соняшнику порівняно з плодозмінною сівозміною вміст гумусу зменшився на 0,14%. Це свідчить про те,

що в сучасних сівозмінах (без наявності багаторічних бобових трав), які дедалі частіше насичують просапними культурами на зразок кукурудзи, соняшнику, ріпаку, виникають додаткові ризики посилення мінералізації гумусу з поглибленням процесів деградації ґрунтів (рисунок).

З тривалим (упродовж 50 років) внесенням мінеральних добрив дозою $N_{53}P_{42}K_{42}$ на 1 га сівозмінної площі посилилася мінералізація гумусу в чорноземі вилугуваному порівняно з контролем без добрив. За мінеральної системи удобрення вміст гумусу в плодозмінній сівозміні зменшився порівняно з контролем без добрив на 0,09%, зернопросапній — на 0,05% за абсолютних показників 2,98 та 2,93% відповідно. Застосування лише мінеральних добрив змістило рівновагу між синтезом і мінералізацією органічної речовини в ґрунті в бік мінералізації і призвело до подальшого зменшення вмісту гумусу.

Гумусний стан чорнозему вилугуваного істотно поліпшився із застосуванням



Уміст гумусу в шарі чорнозему вилугуваному 0–30 см за тривалого застосування добрив у сівозмінах, % (БЦДСС, 2022–2024 рр.): — плодозмінна; — зернопросапна; — просапна; ПП — побічна продукція; НІР₀₅ (фактор А — сівозміни) 0,07; НІР₀₅ (фактор Б — добрива) 0,11, LSD₀₅ (А×В) 0,02

органомінеральних систем удобрення. Внесення впродовж 50 років N₅₃P₄₂K₄₂ + 6,7 т ґною на 1 га ріллі забезпечило вміст гумусу в шарі ґрунту 0–30 см у плодозмінній сівозміні 3,44%, зернопросапній — 3,22, просапній — 3,07%. Порівняно з контролем без добрив уміст гумусу в орному шарі (0–30 см) плодозмінної сівозміни підвищився на 0,37%, зернопросапної — 0,24, просапної — на 0,14%. Слід зазначити, що в плодозмінній сівозміні вміст гумусу був на 0,22% вищим, ніж у зернопросапній і на 0,37% вищим, ніж у просапній. Застосування ґною та мінеральних добрив у плодозмінній сівозміні найбільше впливало на накопичення гумусу в ґрунті. Це може бути наслідком значних обсягів накопичення біологічного азоту та органічної речовини кореневих решток у ґрунті за вирощування конюшини в цій сівозміні.

Накопиченню гумусу в чорноземі вилугуваному сприяло застосування альтернативної органомінеральної системи удобрення. Внесення впродовж 50 років N₅₃P₄₂K₄₂ + побічна продукція на 1 га ріллі забезпечило вміст гумусу в шарі ґрунту 0–30 см плодозмінної сівозміни 3,30%, зернопросапної — 3,16, просапної — 3,01%. Порівняно з контролем без добрив уміст гумусу в плодозмінній

сівозміні підвищився на 0,23%, зернопросапній — 0,18, просапній — на 0,08%. За альтернативної системи удобрення в умовах плодозмінної сівозміни були найкращі умови для накопичення гумусу: його вміст порівняно з умістом гумусу в зернопросапній сівозміні був вищим на 0,14%, просапній — на 0,29%. Із застосуванням на добриво побічної продукції уміст гумусу порівняно з його вмістом за внесення ґною в сівозмінах зменшувався на 0,06–0,14%.

Отже, довготривале застосування органомінеральних систем удобрення в плодозмінній сівозміні створювало найкращі умови для накопичення гумусу в ґрунті: за внесення N₅₃P₄₂K₄₂ + 6,7 т ґною на 1 га ріллі його вміст становив 3,44%; N₅₃P₄₂K₄₂ + побічна продукція — 3,30, що відповідно на 0,37 та 0,23% більше, ніж на контролі без добрив. У зернопросапній і просапній сівозмінах уміст гумусу за цих систем удобрення був відповідно меншим на 0,22–0,37 та 0,14–0,23%. Використання лише мінеральних добрив посилює мінералізацію гумусу, зменшивши його вміст порівняно з контролем без добрив на 0,05–0,09%.

Застосування добрив у зерно-бурякових сівозмінах формувало високий рівень забезпечення чорнозему вилугуваного

рухомим фосфором. Так, на контролі без добрив уміст рухомого фосфору в шарі 0–30 см у плодозмінній сівозміні становив 130 мг/кг, зернопросапній і просапній — 138 мг/кг ґрунту; у підорному шарі 30–40 см в сівозмінах — 131–139 мг/кг ґрунту (табл. 1). З внесенням упродовж 50 років фосфорних добрив дозою 42 кг/га ріллі уміст рухомого фосфору порівняно з його вмістом на контролі без добрив в шарі 0–30 см плодозмінної сівозміни підвищився на 93 мг/кг, зернопросапної — на 111 за абсолютних показників 223 і 249 мг/кг ґрунту відповідно. У підорному шарі 30–40 см цих сівозмін уміст рухомого фосфору підвищився відповідно на 73 та 58 мг/кг за абсолютних величин 204 та 197 мг/кг ґрунту. У зернопросапній сівозміні уміст рухомого фосфору в шарі ґрунту 0–30 см був вищим, ніж у плодозмінній на 26 мг/кг ґрунту. Це спричинено інтенсивнішими обробітками ґрунту в зернопросапній сівозміні та їхнім впливом на мінералізацію органічних сполук фосфору ґрунту, які стали додатковим джерелом збільшення фонду рухомих фосфатів.

Найбільших обсягів накопичення рухомих фосфатів у чорноземі вилугуваному досягали за традиційної органо-мінеральної системи удобрення. За внесення впродовж 50 років $N_{53}P_{42}K_{42} + 6,7$ т гною на 1 га ріллі уміст рухомого фосфору в шарі ґрунту 0–30 см плодозмінної сівозміни становив 290 мг/кг, зернопросапної — 294, просапної — 301, що порівняно з контролем без добрив було вище на 160; 155 та 163 мг/кг ґрунту відповідно. У підорному шарі ґрунту 30–40 см уміст рухомого фосфору підвищився порівняно з контролем без добрив у плодозмінній сівозміні на 87 мг/кг, зернопросапній — 94, просапній — на 109 мг/кг за абсолютних показників 218; 233 та 247 мг/кг ґрунту відповідно. За шкалою забезпечення ґрунту рухомим фосфором тривале удобрення зерно-бурякових сівозмін органічними та мінеральними добривами сформувало дуже високий рівень забезпечення чорнозему вилугуваного рухомим фосфором. Слід зазначити, що

з підвищенням інтенсивності обробіток ґрунту, властивим зернопросапній і просапній сівозмінах, уміст рухомого фосфору в шарі 0–30 см порівняно з його вмістом у плодозмінній сівозміні збільшився на 7–11 мг/кг ґрунту, шарі 30–40 см — на 15–29 мг/кг ґрунту.

Висока забезпеченість чорнозему вилугуваного рухомим фосфором формувалася за альтернативного органо-мінерального удобрення. З унесенням $N_{53}P_{42}K_{42}$ + побічна продукція на 1 га ріллі в плодозмінній сівозміні уміст рухомого фосфору в шарі ґрунту 0–30 см становив 244 мг/кг, зернопросапній — 245, просапній — 231, що порівняно з контролем без добрив було вище на 114; 107 та 93 мг/кг ґрунту відповідно. У підорному шарі ґрунту 30–40 см уміст рухомого фосфору порівняно з контролем без добрив у плодозмінній сівозміні підвищився на 71 мг/кг, зернопросапній — 76, просапній — на 33 мг/кг ґрунту за абсолютних показників 202; 215 та 171 мг/кг ґрунту.

Отже, з довготривалим внесенням фосфорних добрив дозою 42 кг/га ріллі формувалася висока забезпеченість ґрунту рухомим фосфором. Найвищий його уміст у сівозмінах був за традиційної органо-мінеральної системи удобрення: у шарах 0–30 см — 290–301; 30–40 см — 218–247 мг/кг ґрунту. Уміст рухомого фосфору в просапній сівозміні порівняно з його вмістом у плодозмінній та зернопросапній сівозмінах був вищим на 7 і 11 мг/кг ґрунту відповідно.

Довготривале внесення добрив істотно підвищило уміст рухомого калію в чорноземі вилугуваному, проте доза 42 кг/га ріллі не сприяла значному накопиченню рухомого калію в ґрунті, а лише підтримувала його уміст на середньому, а за органо-мінеральної системи удобрення — на підвищеному рівнях забезпечення. На контролі без добрив уміст рухомого калію в орному шарі 0–30 см був найнижчим: у плодозмінній сівозміні — 76 мг/кг, зернопросапній — 82, просапній — 76 мг/кг ґрунту. У підорному шарі ґрунту 30–40 см його уміст був нижчим на 8–18 мг/кг ґрунту, ніж в орному шарі. Фактор сівозмін

2. Уміст рухомого калію в чорноземі вилугуваному за тривалого застосування добрив у сівозмiнах, мг/кг ґрунту (БЦДСС, 2022 – 2024 рр.)

Варіант	Сівозмiна (фактор А)	Доза добрив на 1 га сівозмiни (фактор В)	Шар ґрунту, см	
			0–30	30–40
11	Плодозмiнна	Без добрив (контроль)	76	64
2		$N_{53}P_{42}K_{42}$	80	89
13		$N_{53}P_{42}K_{42} + 6,7$ т/га гною	134	82
4	Зернопросапна	$N_{53}P_{42}K_{42}$ + побiчна продукція	108	85
51		Без добрив (контроль)	82	64
55		$N_{53}P_{42}K_{42}$	96	81
53	Просапна	$N_{53}P_{42}K_{42} + 6,7$ т/га гною	145	95
49		$N_{53}P_{42}K_{42}$ + побiчна продукція	123	77
31		Без добрив (контроль)	76	68
33		$N_{53}P_{42}K_{42} + 6,7$ т/га гною	127	87
26		$N_{53}P_{42}K_{42}$ + побiчна продукція	103	79
		HIP_{05} (фактор А)	2	2
		HIP_{05} (фактор В)	5	4
		HIP_{05} (фактор А+В)	6	5

істотно не впливав на вміст і перерозподіл рухомого калію в ґрунті (табл. 2).

Застосування $N_{53}P_{42}K_{42}$ на 1 га ріллі забезпечило вміст рухомого калію в шарі 0–30 см плодозмiнної сівозмiни 80 мг/кг, зернопросапної — 96, підорному 30–40 см — 89 та 81 мг/кг ґрунту відповідно. За внесення калійних добрив уміст рухомого калію в ґрунті порівняно з контролем без добрив у сівозмiнах підвищився на 4–25 мг/кг ґрунту. У зернопросапній сівозмiні вміст рухомого калію в орному шарі ґрунту 0–30 см порівняно з його вмістом у плодозмiнній сівозмiні був вищим на 16 мг/кг ґрунту, що може бути наслідком інтенсивної руйнації калійвмісних мінералів під впливом посиленних обробітків ґрунту.

Найвищий уміст рухомого калію в чорноземі вилугуваному відзначено за довготривалого застосування традиційної системи удобрення на основі гною. Внесення впродовж 50 років $N_{53}P_{42}K_{42} + 6,7$ т гною на 1 га ріллі забезпечило вміст рухомого калію в шарі 0–30 см плодозмiнної сівозмiни 134 мг/кг, зернопросапної — 145, просапної — 127, що порівняно з контролем без добрив було вище на 58; 63

та 51 мг/кг ґрунту відповідно. Найкращі умови калійного режиму чорнозему вилугуваного формувалися в зернопросапній сівозмiні, де його вміст перевищив уміст калію в плодозмiнній сівозмiні на 11, просапній — на 18 мг/кг ґрунту. У підорному шарі ґрунту 30–40 см уміст рухомого калію порівняно з контролем без добрив у сівозмiнах підвищився на 18–31 мг/кг ґрунту.

Значне накопичення рухомого калію в ґрунті спостерігалось за альтернативної органо-мінеральної системи удобрення. Внесення $N_{53}P_{42}K_{42} +$ побiчна продукція на 1 га ріллі забезпечило вміст рухомого калію в шарі 0–30 см плодозмiнної сівозмiни 108 мг/кг, зернопросапної — 123, просапної — 103, що порівняно з контролем без добрив було вище на 32; 41 та 27 мг/кг ґрунту. За поєднаного внесення мінеральних добрив і побiчної продукції вміст рухомого калію в шарі 0–30 см у сівозмiнах порівняно з його вмістом за мінеральної системи удобрення підвищився на 27–28 мг/кг ґрунту. Збільшення вмісту рухомого калію в ґрунті може бути наслідком зменшення його виносу у складі побiчної продукції, яку залишили

на полі за альтернативної системи удобрення. У підорному шарі 30–40 см уміст рухомого калію в плодозмінній сівозміні становив 85, зернопросапній — 77, просапній — 79 мг/кг ґрунту.

Отже, довготривале внесення калійних добрив дозою 42 кг/га ріплі формувало середню забезпеченість ґрунту рухомим калієм 80–96 мг/кг ґрунту. Додаткове внесення

калію в складі гною (40 кг/га) та побічної продукції сприяло підвищенню вмісту рухомого калію в ґрунті: за внесення $N_{53}P_{42}K_{42} + 6,7$ т гною на 1 га ріплі — до 127–145 мг/кг, $N_{53}P_{42}K_{42} +$ побічна продукція — до 103–123 мг/кг ґрунту. У зернопросапній сівозміні порівняно з плодозмінною та просапною вміст рухомого калію був вищим на 11 і 18 мг/кг ґрунту відповідно.

Висновки

З довготривалим використанням у плодозмінній сівозміні органо-мінеральних систем удобрення створювалися найкращі умови для накопичення гумусу в ґрунті. За внесення впродовж 50 років $N_{53}P_{42}K_{42} + 6,7$ т гною на 1 га ріплі вміст гумусу в ґрунті становив 3,44%, $N_{53}P_{42}K_{42} +$ побічна продукція — 3,30, що порівняно з контролем без добрив більше на 0,37 та 0,23%. У зернопросапній і просапній сівозмінах уміст гумусу був меншим на 0,22–0,37 та 0,14–0,23% відповідно. Із застосуванням лише мінеральних добрив посилилася мінералізація гумусу і зменшився його вміст порівняно з контролем без добрив у сівозмінах на 0,05–0,09%.

Внесення упродовж 50 років фосфорних добрив дозою 42 кг/га ріплі мало накопичувальний ефект і формувало високу забезпеченість чорнозему вилугуваного рухомим фосфором. Найвищого

вмісту рухомого фосфору в ґрунті досягли за внесення $N_{53}P_{42}K_{42} + 6,7$ т гною на 1 га ріплі: у шарах 0–30 см — 290–301; 30–40 см — 218–247 мг/кг ґрунту. У просапній сівозміні порівняно з плодозмінною та зернопросапною сівозмінами вміст рухомого фосфору був вищим на 7 і 11 мг/кг ґрунту.

Із застосуванням калійних добрив дозою 42 кг/га ріплі середня забезпеченість ґрунту рухомим калієм становила 80–96 мг/кг ґрунту. Додаткове внесення калію в складі гною (40 кг/га) та побічної продукції формувало підвищений уміст рухомого калію в ґрунті: за використання $N_{53}P_{42}K_{42} + 6,7$ т гною на 1 га ріплі — 127–145 мг/кг, $N_{53}P_{42}K_{42} +$ побічна продукція — 103–123 мг/кг ґрунту. У зернопросапній сівозміні порівняно з плодозмінною та просапною вміст рухомого калію був вищим на 11 і 18 мг/кг ґрунту відповідно.

Ivanina V.¹, Prokopiuk T.²

Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of NAAS, 25 Klinichna Str., 25, Kyiv, 03141, Ukraine; e-mail: ¹v_ivanina@ukr.net, ²simakovatanya@ukr.net; ORCID: ¹0000-0002-9471-114X, ²0009-0005-7008-1656

Fertility state of leached chernozem with long-term use of fertilizers in beet-crop rotations

Goal. To determine the content of humus and nutrients in leached chernozem during the long-term use of different fertilizer systems in beet-crop rotations. **Methods.** Field — to determine the effect of fertilizer systems and crop rotation on the content of humus, mobile phosphorus, and potassium in leached chernozem; variance analysis using the Statistica computer program,

2010. **Results.** Data from studies of 50 years of application of various fertilizer systems in beet-crop rotations are presented and their influence on the fertility of leached chernozem is established. It was found that the high content of humus and nutrients in the soil was formed under organo-mineral fertilizer systems, and the application of mineral fertilizers increased the mineralization of humus. It was established that in the grass-field crop rotation, fertilizers formed higher soil fertility than in the inter-row and inter-row-grain rotations. **Conclusions.** During the application of $N_{53}P_{42}K_{42} + 6.7$ t of manure per 1 ha of arable land for 50 years, the humus content in the soil was 3.44%, $N_{53}P_{42}K_{42} +$ by-products — 3.30%, which was higher than the control without fertilizers by 0.37 and 0.23%, respectively. In inter-row and inter-row-grain

rotations, the humus content was lower by 0.22–0.37% and 0.14–0.23%, respectively. With the use of only mineral fertilizers, the mineralization of humus increased and its content decreased compared to the control without fertilizers in crop rotations by 0.05–0.09%. Long-term application of phosphorus fertilizers at a dose of 42 kg/ha of arable land formed a high supply of leached chernozem with mobile phosphorus. The highest content of mobile phosphorus in the soil was when $N_{53}P_{42}K_{42}$ + 6.7 tons of manure was applied per 1 ha of arable land: in layers 0–30 cm — 290–301, 30–40 cm — 218–247 mg/kg of soil. The content of mobile phosphorus in the row crop rotation compared to its content in the crop rotation and grain-row

crop rotations was higher by 7 and 11 mg/kg of soil. The use of potash fertilizers at a dose of 42 kg/ha of arable land formed the average soil supply of mobile potassium — 80–96 mg/kg of soil. With additional input of potassium in manure (40 kg/ha) and by-products, the content of mobile potassium in the soil increased: when using $N_{53}P_{42}K_{42}$ + 6.7 t of manure per 1 ha of arable land, it was 127–145 mg/kg, $N_{53}P_{42}K_{42}$ + by-products — 103–123 mg/kg of soil. The content of mobile potassium in the grain-row crop rotation compared to its content in the crop rotation and row crop rotation was higher by 11 and 18 mg/kg of soil.

Key words: humus, mobile phosphorus and potassium, soil, fertilizers.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202411-03>

Бібліографія

1. Заришняк А.С., Балюк С.А., Лісовий М.В., Комариста А.В. Баланс гумусу і поживних речовин у ґрунтах України. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 1. С. 28–32.
2. Лукашук В.П. Вплив удобрення та обробітку ґрунту на баланс поживних речовин сільськогосподарських культур у сівозміні. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2016. № 3. С. 63–65.
3. Martyniuk S., Pikuła D., Koziet 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
4. 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
5. 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
6. Сайко В.Ф. Наукові основи землеробства в контексті змін клімату. *Вісник аграрної науки*. 2008. № 11. С. 5–10.
7. Schütz L., Gattinger A., Meier M. et al. Improving crop yield and nutrient use efficiency via biofertilization — a global meta-analysis. *Frontiers in Plant Science*. 2018. 8. 2204. doi: 10.3389/fpls.2017.02204
8. 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. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 2017. 63(14). P. 2007–2022. doi: 10.1080/03650340.2017.1320392
9. 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.
10. 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
11. Triberti L., Nastri A., Baldoni G. Long-term effects of crop rotation, manure and mineral fertilisation on carbon sequestration and soil fertility. *European J. of Agronomy*. 2016. 74. P. 47–55. doi: 10.1016/j.eja.2015.11.024