

АГРОГЕННА ТРАНСФОРМАЦІЯ ОСНОВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЯСНО-СІРОГО ЛІСОВОГО ПОВЕРХНЕВО ОГЛЕЄНОГО ҐРУНТУ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО

Ю.М. Оліфір¹, Т.В. Партика²,
О.С. Гавришко³, Н.І. Козак⁴, Б.Р. Романюк⁵

^{1,3}кандидати сільськогосподарських наук,

²кандидат біологічних наук

Інститут сільського господарства Карпатського регіону

Національної академії аграрних наук України

вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Львівського р-ну Львівської обл., 81115, Україна

e-mail: ¹olifir.yura@gmail.com, ²tetyana.partyka@gmail.com,

³havryshko0@gmail.com, ⁴k.m.nadia2807@gmail.com, ⁵romaniukbboogg@gmail.com

ORCID: ¹0000-0002-7920-1854, ²0000-0001-7912-5292,

³0000-0002-5458-0691, ⁴0000-0002-2809-2432, ⁵0009-0005-1881-7101

Надійшла 14.05.2025

Мета. В умовах класичного стаціонарного дослідження вивчити вплив тривалого (55-річного) застосування різних систем удобрення і періодичного вапнування на динаміку фізико-хімічних та агрохімічних властивостей ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту. **Методи.** Польовий (довготривалий стаціонарний дослід), лабораторно-аналітичний (визначення фізико-хімічних та агрохімічних показників ґрунту), розрахунково-порівняльний (виявлення подібностей і відмінностей між отриманими значеннями), математико-статистичний (обґрунтування достовірності отриманих даних). **Результати.** Дослідження проводили в тривалому стаціонарному досліді, закладеному в 1965 р. в Інституті сільського господарства Карпатського регіону НААН. За інтенсивної мінеральної системи удобрення впродовж п'яти 7-пільних ротацій разом із накопиченням поживних речовин рН_{KCl} знижується на 3,8 од., Нг підвищується до 6,43 мг·екв./100 г ґрунту, вміст сполук рухомого алюмінію збільшується до 132,0 мг/кг ґрунту. Із заміною 7-пільної сівозміни на 4-пільну за чотири ротації гідролітична кислотність знизилася до 4,49 мг·екв./100 г ґрунту, вміст сполук рухомого алюмінію — до 59,9 мг/кг на контролі без добрив. **Висновки.** На основі отриманих результатів досліджень у тривалому стаціонарному досліді встановлено, що заміна 7-пільної сівозміни на 4-пільну з вилученням інтенсивних сільськогосподарських культур (картоплі та буряків цукрових) сприяла зниженню надмірної мінералізації, пов'язаної з інтенсивністю культур і фактором обробітку. Призупинення внесення високих доз мінеральних добрив на фоні значної кількості залишкових фосфатів і калію разом

із заорюванням 2-го укосу конюшини лучної відіграє важливу роль в окультуренні ґрунтів: знижуються кислотність ґрунтового розчину та вміст сполук рухомого алюмінію, інтенсифікуються процеси гуму-соутворення, поліпшується режим живлення й створюються сприятливі умови для функціонування ґрунтових екосистем.

Ключові слова: довготривалий польовий дослід, добрива, вапнування, сівозмінна, кислотність, рухомий алюміній, родючість ґрунтів.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202509-02>

З упровадженням нових форм господарювання проблема збереження ґрунтів та системного управління їх родючістю набула великого значення. Розбалансоване інтенсивно техногенне використання ґрунтів, що переважає в сучасному аграрному виробництві, неминуче призведе до незворотних втрат родючого потенціалу ґрунто-земельних ресурсів. Саме тому науково обґрунтована система управління має сприяти процесам трансформаційного розвитку ґрунтів і формуванню їх родючості [1].

Екологічна інтенсифікація, тобто підвищення врожайності сільськогосподарських культур, має вирішальне значення для стійкості систем землеробства. Надходження поживних речовин із ґрунту впливає на ріст рослин, розвиток кореневої системи, їх вологозабезпечення та продуктивність [2].

Збереження й підвищення родючості ґрунтів має вирішальне значення для забезпечення продовольчої безпеки, оскільки поняття якості ґрунту тісно пов'язане з його функціональністю та цілями сталого розвитку. Саме тому особливо важливим є розроблення та впровадження ефективних стратегій управління ґрунтами, спрямованих на підтримання їх родючості [3].

У зоні Лісостепу Західного значні площі займають ясно-сірі та сірі лісові поверхнево оглеєні ґрунти, що характеризуються низькою родючістю. Ці ґрунти потребують поліпшення режимів живлення і першочергового вапнування

для зниження кислотності ґрунтового розчину [4]. Управління родючістю таких ґрунтів має здійснюватися за допомогою меліоративних і технологічних заходів, спрямованих на запобігання деградації ґрунтів, поступове окультурювання та відтворення родючості на основі принципу гармонізації їх продуктивних та екологічних функцій [5].

Ґрунти є важливим джерелом життя-забезпечення та поживних речовин, а їх функціональність залежить від балансу елементів живлення, кислотності й вмісту органічних речовин. Вони постійно зазнають антропогенного та кліматичного тиску, що потребує розроблення ефективних стратегій управління ресурсами [6]. Довгострокова інтенсивна практика ведення аграрного виробництва призвела до постійного погіршення якості ґрунту сільськогосподарських угідь, створивши загрозу продовольчій безпеці та стійкості екосистеми [7]. Саме тому пріоритетними завданнями є розроблення та впровадження комплексу управлінських рішень щодо охорони та раціонального використання ґрунтових ресурсів для досягнення нейтрального рівня деградації ґрунтів [8].

Мета досліджень — в умовах класичного стаціонарного досліді вивчити вплив тривалого (55-річного) застосування різних систем удобрення і періодичного вапнування на динаміку фізико-хімічних та агрохімічних властивостей ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту.

Матеріали та методи досліджень. Найбільш достовірні результати теоретичних і практичних основ відтворення та підвищення родючості ґрунтів можна отримати лише в базових стаціонарних дослідках, які акумулюють наукову інформацію й дають змогу внести потрібні корективи на вимоги часу. Дослідження в стаціонарних умовах сприяють максимальному усуненню негативного впливу випадковостей на режим функціонування ґрунтових систем.

Довгострокові експерименти дають змогу в динаміці дослідити вплив різних систем управління сільськогосподарськими культурами на їх продуктивність, якість урожаю, властивості ґрунту, накопичення вуглецю [9].

Одним із таких дослідів є довготривалий стаціонар в Інституті сільськогосподарства Карпатського регіону НААН, закладений у 1965 р. з метою визначення способів збереження та підвищення родючості кислого ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту та його ефективного використання в сільськогосподарському виробництві Лісостепу Західного. Дослід занесено в Реєстр довгострокових стаціонарних польових дослідів НААН (атестат реєстрації НААН № 29).

Стаціонарний дослід розташований на 3 полях, кожне з яких налічує 18 варіантів у 3-разовому повторенні. Розташування варіантів — одноярусне, послідовне. Загальна площа ділянки — 168 м², облікова — 100 м². Ґрунт дослідної ділянки — ясно-сірий лісовий поверхнево оглеєний грубопилувато-легкосуглинковий на лесоподібних відкладах, орний шар (0–20 см) якого на час закладання досліді характеризувався середніми вихідними показниками родючості, як-от: рН_{KCl} — 4,2, гідролітична кислотність (за Каппеном) — 4,5 мг·екв./100 г ґрунту, обмінна (за Соколовим) — 0,6 мг·екв./100 г ґрунту, уміст рухомого алюмінію (за Соколовим) — 60,0 мг/г ґрунту,

доступного фосфору (за Кірсановим) та обмінного калію (за Масловою) — відповідно, 36,0 і 50,0 мг/кг ґрунту.

Дослід було закладено в 7-пільній сівозміні: картопля — ячмінь ярий із підсіванням конюшини лучної — конюшина лучна — пшениця озима — буряки цукрові — кукурудза на зелену масу — пшениця озима. Після проходження п'яти 7-пільних ротацій у зв'язку з накопиченням у варіантах з інтенсивним рівнем удобрення (12, 13, 14, 15, 16, 17, 18) високого вмісту легкодоступних фосфатів та обмінного калію, що характерно для землеробства цього періоду в Україні, було проведено його реконструкцію. Вона полягала в заміні 7-пільної сівозміни на 4-пільну (кукурудза на зерно — ячмінь ярий із підсіванням конюшини лучної — конюшина лучна — пшениця озима). Упродовж наступних трьох 4-пільних ротацій (VI–VIII) вивчали ефективність післядії накопичення рухомих фосфатів та обмінного калію за помірного азотного живлення без зміни системи удобрення.

У досліді застосовували середньоперепрілий гній великої рогатої худоби на солом'яній підстилці, аміачну селітру (34%), гранульований суперфосфат (19,5%), калійну сіль (40%), останніми роками — нітроамофоску (17%). Як вапнякові матеріали використовували вапнякове борошно (93,5% CaCO₃). Наступний тур вапнування проводили перед початком IX ротації сівозміни (під кукурудзу на зерно) згідно зі схемою досліді, розраховуючи дози вапна за гідролітичною кислотністю (Нг) і кислотно-основною буферністю (КОБ). Гній великої рогатої худоби (40–60 т/га) вносили під кукурудзу на силос, фосфорно-калійні добрива — восени, азотні — під передпосівну культивуацію. З VIII ротації 2-й укіс конюшини лучної заорювали в усіх варіантах досліді як органічне добриво.

Зразки ґрунту відбирали наприкінці V й XI ротацій і готували для аналізів

згідно з ДСТУ ISO 11464-2001. Агрохімічні та фізико-хімічні показники ґрунту визначали за такими методами: рН сольової витяжки — потенціометричним методом (ДСТУ ISO 10390-2001), гідролітичну кислотність — за Каппеном (ДСТУ 7537:2014), уміст органічної речовини — методом Тюріна (ДСТУ 4289:2004), уміст рухомого алюмінію — за Соколовим, суму ввібраних основ — за Каппеном — Гільковіцем, уміст легкогідролізного азоту — за Корнфілдом (ДСТУ 7863:2015), рухомий фосфор та обмінний калій — за Чиріковим у витяжці 0,5 норми (н) CH_3COOH (ДСТУ 4115-2002) [10].

Математико-статистичну обробку результатів досліджень здійснювали дисперсійним методом із використанням програм Microsoft Excel і Statistica 6.0. Дані в таблицях наведено як середнє арифметичне зі стандартним відхиленням ($\bar{x} \pm \text{SD}$).

Результати досліджень. Основною змінною хімічного складу ґрунту є його кислотність, яка прямо чи опосередковано впливає на розчинність фітотоксичних елементів і забруднювальних речовин, визначаючи їх біологічну доступність та рухливість. Управління кислотністю має вирішальне значення для агрономічного й екологічного менеджменту [11]. Проведені дослідження в умовах тривалого стаціонарного дослідження показали, що систематичне застосування добрив і вапнування в сівозміні впливають на фізико-хімічні властивості ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту, передусім на його кислотність, яка є його важливою генетичною ознакою. Значну роль відіграє й сівозмінний фактор.

За використання інтенсивної (без внесення добрив) і мінеральної систем удобрень впродовж 35 років в умовах 7-пільної сівозміни вміст сполук рухомого алюмінію в орному шарі (0–20 см) ясно-сірого поверхнево оглеєного ґрунту на контролі підвищився до 92,3 мг/кг ґрунту, за інтенсивного мінерального удобрення — до 132 мг/кг ґрунту.

У варіанті із застосуванням мінеральної системи удобрення наприкінці V ротації показник pH_{KCl} зменшився до 3,8, а гідролітична кислотність збільшилася до 6,43 мг·екв./100 г ґрунту (табл. 1).

Заміна 7-пільної сівозміни на 4-пільну з вилученням інтенсивних сільськогосподарських культур (картоплі та буряків цукрових) сприяла впродовж чотирьох 4-пільних ротацій зниженню на контролі вмісту сполук рухомого алюмінію до 59,9 мг/кг ґрунту, за внесення мінеральних добрив — до 72,6 мг/кг ґрунту. Водночас показник pH_{KCl} і гідролітична кислотність на контролі без добрив підвищилися, відповідно, до 4,3 од. і 4,49 мг·екв./100 г ґрунту.

За систематичного внесення в сівозміні гною великої рогатої худоби, мінеральних добрив і вапна в V ротації залежно від доз показник pH_{KCl} підвищився до 5,3–6,0, гідролітична кислотність знизилася до 1,93–3,66 мг·екв./100 г ґрунту, вміст рухомого алюмінію — до 3,2–11,9 мг/кг ґрунту. Водночас сума ввібраних основ збільшилася до 4,5–8,7 мг·екв./100 г ґрунту, вміст гумусу — на 0,4–0,6%. Уміст легкодоступних фосфатів та обмінного калію за 35 років систематичного органо-мінерального й мінерального удобрення на фоні періодичного вапнування підвищився, відповідно, до 136,0–315,0 і 133,0–194,0 проти 44,7 і 40,0 мг/кг ґрунту на контролі без внесення добрив. Уміст сполук легкогідролізного азоту на контролі без добрив збільшився до 107,0–113,0 проти 104,0 мг/кг ґрунту (див. табл. 1). У варіантах із застосуванням інтенсивного мінерального удобрення вміст легкогідролізного азоту підвищився до 112,0 мг/кг ґрунту, легкодоступних фосфатів та обмінного калію — до 263,0 і 184,0 мг/кг ґрунту відповідно. Однак за подальшого підкислення ґрунту до 3,8 од. і підвищення сполук рухомого алюмінію до 132,0 мг/кг ґрунту рослини не здатні засвоювати поживні речовини, внесені з добривами,

1. Фізико- та агрохімічні властивості ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту (наприкінці V ротації)

Варіант	Удобрення 1 га сівозмінної площі	pH _{KCl}	Нг	Сума ввібраних основ	Гумус, %	Рухомий алюміній	Легко- гідролі- зний азот	Рухомий фосфор	Обмінний калій
			мг · екв./100 г ґрунту					за Чиріковим	
мг/кг ґрунту									
1	Без добрив (контроль)	4,1	5,20	2,8	1,44	92,3	104,0	44,7	40,0
7	N ₈₁ P ₇₇ K ₉₀ + гній, 10 т/га + + CaCO ₃ 1,0 н за Нг	5,4	2,40	7,1	2,02	3,2	107,0	155,0	133,0
8	N ₈₁ P ₇₇ K ₉₀ + гній, 10 т/га + + CaCO ₃ 1,0 н за Нг*	5,3	2,67	6,8	2,06	3,7	108,0	136,0	125,0
12	N ₁₂₂ P ₁₁₆ K ₁₃₅ + гній, 10 т/га + + CaCO ₃ 1,0 н за Нг	5,7	2,53	7,7	2,18	3,6	109,0	236,0	173,0
13	N ₁₂₂ P ₁₁₆ K ₁₃₅ + гній, 20 т/га + + CaCO ₃ 1,5 н за Нг	6,0	1,93	8,7	2,21	2,1	113,0	272,0	194,0
15	N ₁₆₃ P ₁₅₄ K ₁₈₀	3,8	6,43	2,2	1,50	132,0	112,0	263,0	184,0
16	N ₁₆₃ P ₁₅₄ K ₁₈₀ + + CaCO ₃ 1,0 н за Нг	4,6	3,66	4,5	1,81	11,9	108,0	281,0	170,0
17	N ₁₆₃ P ₁₅₄ K ₁₈₀ + + CaCO ₃ 1,5 н за Нг	5,4	2,27	6,7	1,81	3,7	108,0	315,0	172,0
18	N ₁₂₂ P ₁₁₆ K ₁₃₅ + + CaCO ₃ 1,5 н за Нг	5,8	2,97	7,9	1,87	3,2	112,0	238,0	134,0
НІР ₀₅		0,03	0,04	0,4	0,05	1,3	5,4	7,3	7,0

*Відходи Роздільської державної гірничо-хімічної організації «Сірка».

і трансформувати їх в урожай. Отже, за таких умов розвиток буряків цукрових і конюшини лучної пригнічувався, а врожайність ячменю ярого була нижчою, ніж на контролі.

У системі всіх факторів родючості ґрунту важливу роль відіграє органічна речовина, а гумусний стан є матрицею, яка продукує всі інші властивості. Підтримання оптимального вмісту органічної речовини гумусу в ґрунтах забезпечить стале їх функціонування й сприятиме запобіганню деградації [12]. Саме тому вміст гумусу визначає рівень потенційної та ефективної родючості ґрунту. За п'ять 7-пільних ротацій вміст загального гумусу найбільшою мірою підвищився у варіантах із застосуванням органо-мінеральних систем удобрення на фоні

вапнування — до 2,18–2,21 проти 1,44% на контролі. За мінеральної системи удобрення в цих умовах його вміст становив 1,58% і лише із внесенням мінеральних добрив на фоні вапнування збільшився до 1,81–1,87%.

Завдяки зниженню кислотності ґрунту нейтралізувався негативний вплив сполук алюмінію, пригнічувалася діяльність шкідливих мікроорганізмів, підвищувалася життєздатність бульбочкових бактерій і мобілізація фосфатів ґрунту. Усе це сприяло формуванню вищих урожаїв конюшини лучної та зернових культур (ячменю ярого, пшениці озимої), органічні рештки яких є джерелом гумусу.

Важливою речовиною для росту сільськогосподарських культур є азот, однак у кислих ґрунтах через низьку здатність до утримання в ґрунті та високий рівень

споживання рослинами його часто не вистачає [13]. Безпосереднім джерелом живлення рослин є мінеральні форми азоту, легкодоступні органічні сполуки, що мінералізуються. В ясно-сірих лісових ґрунтах із мінеральним умістом азоту легкогідролізні азотні сполуки, що утворюються під час розкладання органічних решток, є основою живлення. Саме тому вміст легкогідролізного азоту у варіантах досліду меншою мірою зазнає змін порівняно з фосфором та обмінним калієм.

Тривале внесення мінеральних та органічних добрив може значною мірою вплинути на запас поживних речовин у верхньому шарі ґрунту [14]. За систематичного удобрення вміст поживних речовин (насамперед фосфору та калію) в ґрунті підвищується завдяки накопиченню залишкових сполук добрив. Інтенсивність цього процесу, особливо в орному шарі, визначається нормою внесення добрив і гранулометричним складом ґрунту [15].

Дослідження зміни легкодоступних фосфатів та обмінного калію в тривалому стаціонарному досліді підтверджують, що за систематичного внесення мінеральних добрив, гною великої рогатої худоби й вапна залежно від доз рівень накопичення рухомих сполук фосфору та обмінного калію зростає в 3–5 разів. Згідно з прийнятими градаціями, створені агрофони в окремих варіантах належать до середньо- і високозабезпечених цими елементами живлення.

За п'ять 7-пільних ротацій найвищий вміст доступних фосфатів та обмінного калію (238,0–315,0 та 170,0–194,0 мг/кг ґрунту) був у варіантах за інтенсивних систем удобрення — поєднаного внесення 1,5 н NPK, 10 і 20 т/га гною великої рогатої худоби на фоні 1,0–1,5 н CaCO₃ за Нг та у варіанті з подвійним мінеральним удобренням проти, відповідно, 44,7 і 40,0 мг/кг ґрунту доступних фосфатів та обмінного калію на контролі без добрив (див. табл. 1). За таких умов вміст легкогідролізного азоту

не перевищував 108,0–113,0 мг/кг ґрунту, а за внесення подвійної дози NPK становив 112,0 проти 104,0 мг/кг ґрунту на контролі без добрив.

Заміна 7-пільної сівозміни на 4-пільну з вилученням просапних культур — буряків цукрових і картоплі — сприяла зниженню надмірної мінералізації, пов'язаної з інтенсивністю культур і самим фактором обробітку. Призупинення внесення високих доз мінеральних добрив на фоні значної кількості залишкових фосфатів і калію за помірною азотного живлення разом із заорюванням 2-го укоси конюшини лучної позитивно впливало на основні фізико-хімічні та агрохімічні властивості ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту.

Наприкінці IX ротації сівозміни у варіанті контролю без добрив pH_{KCl} становив 4,3 од., а гідролітична кислотність знизилася до 4,49 мг·екв./100 г ґрунту. Уміст сполук рухомого алюмінію знизився до 59,9 проти 92,3 мг/кг ґрунту в V ротації (табл. 2). Такі зміни пов'язані з підвищенням умісту гумусу до 1,48% проти 1,44% наприкінці V ротації.

За використання інтенсивних агротехнічних та агроеліоративних заходів без поповнення запасів органічного вуглецю в осушених гідроморфних ґрунтах легкого гранулометричного складу вони виснажуватимуться, а їх родючість і вміст гумусу знижуватимуться [12].

У варіанті з використанням мінерального удобрення сівозмінний фактор разом із внесенням поживних речовин (у 2,5 раза зменшили їх кількість), сприяв підвищенню показника pH_{KCl} до 4,1 проти 3,8 од. наприкінці V ротації, зниженню гідролітичної кислотності до 4,69 проти 6,43 мг·екв./100 г ґрунту, підвищенню суми ввібраних основ до 2,3 проти 2,0 мг·екв./100 г ґрунту наприкінці V ротації. Вміст сполук рухомого алюмінію знизився на 72,6 мг/кг ґрунту. У варіантах контролю та мінерального удобрення органічні рештки конюшини лучної разом із заорюванням

2. Фізико- та агрохімічні властивості ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту (наприкінці ІХ ротації)

Варіант	Удобрення 1 га сівозмінної площі	рН _{ксі}	Нг	Сума ввібраних основ	Гумус, %	Рухомий алюміній	Легко-гідролізний азот	Рухомий фосфор	Обмінний калій
			мг·екв./100 г ґрунту			за Чиріковим			
			мг/кг ґрунту						
1	Без добрив (контроль)	4,3	4,49	3,2	1,48	59,9	84,0	36,5	43,6
7	N ₆₅ P ₆₈ K ₆₈ + гній, 10 т/га + CaCO ₃ 1,0 н за Нг	5,4	2,28	8,2	1,93	4,6	108,3	188,6	190,4
8	N ₆₅ P ₆₈ K ₆₈ + гній, 10 т/га + CaCO ₃ оптим. за КОБ	5,0	3,13	5,6	1,79	6,8	101,3	169,3	176,2
12	N ₁₀₅ P ₁₀₁ K ₁₀₁ + гній, 10 т/га + CaCO ₃ 1,0 н за Нг	5,5	2,17	6,2	1,92	6,8	104,3	202,8	149,9
13	N ₃₀ P ₃₄ K ₃₄ + гній, 15 т/га + CaCO ₃ 1,5 н за Нг	5,9	1,79	7,7	1,89	3,6	100,6	174,8	127,0
15	N ₆₅ P ₆₈ K ₆₈	4,1	4,69	2,3	1,59	72,6	101,3	167,5	128,8
16	N ₆₅ P ₆₈ K ₆₈ + CaCO ₃ 1,0 н за Нг	5,4	2,16	6,7	1,67	8,3	91,5	160,5	115,1
17	N ₁₀₅ P ₁₀₁ K ₁₀₁ + CaCO ₃ 1,5 н за Нг	5,8	1,73	7,9	1,69	5,2	97,1	183,7	111,5
18	N ₁₀₅ P ₁₀₁ K ₁₀₁ + CaCO ₃ оптимально за КОБ	5,0	3,06	6,7	1,66	13,0	97,7	160,7	106,5
НІР ₀₅		0,02	0,04	0,3	0,04	1,1	4,7	6,7	6,5

її 2-го укосу, а також стерня зернових культур сприяли інтенсифікації процесів гумусоутворення за умов зниження кислотності ґрунтового розчину. Саме тому вміст загального гумусу наприкінці ІХ ротації підвищився на 0,9%. Попередніми дослідженнями групового складу гумусу наприкінці VIII ротації доведено, що на контролі він підвищився до 0,63%, за внесення мінерального удобрення, завдяки зниженню вмісту «агресивних» фульвокислот, — до 7,54%, на контролі без добрив — до 8,04% [16]. У підсумку тип гумусу у варіантах контролю та застосування інтенсивного мінерального удобрення змінився з фульватного на гуматно-фульватний.

Рівень легкодоступних фосфатів та обмінного калію наприкінці ІХ ротації у варіантах із використанням органо-мінерального удобрення та вапнування підвищився, відповідно, до 160,5–202,8 та 106,5–190,4 мг/кг ґрунту проти 36,5

і 43,6 мг/кг ґрунту на контролі без добрив. Найактивніше процеси гумусоутворення з накопиченням умісту гумусу відбувались у варіантах із застосуванням органо-мінерального удобрення та внесенням 1,0 і 1,5 норми мінеральних добрив, 10 т/га гною великої рогатої худоби на фоні 1,0 н CaCO₃ за Нг та у варіанті з поєднаним внесенням 1,5 н мінеральних добрив, 15 т/га гною великої рогатої худоби на фоні 1,5 н CaCO₃. На фоні вапнування мінеральна система удобрення менш ефективно впливала на процеси гумусоутворення: вміст гумусу порівняно з контролем без добрив підвищився на 0,19–0,21%.

Уміст легкогідролізних сполук азоту наприкінці ІХ ротації у варіантах досліду порівняно з показником наприкінці V ротації, особливо у варіантах контролю та з внесенням мінеральних добрив, знижувався, що зумовлене підвищенням урожайності вирощуваних культур.

Висновки

За результатами досліджень, у класичному стаціонарному досліді щодо зміни фізико-хімічних та агрохімічних характеристик ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту під впливом тривалого застосування різних систем удобрення і вапнування встановлено, що заміна 7-пільної сівозміни на 4-пільну з вилученням інтенсивних сільськогосподарських культур (картоплі та буряків цукрових) сприяє зниженню надмірної мінералізації, пов'язаної з інтенсивністю культур

і фактором обробітку. Призупинення внесення високих доз мінеральних добрив на фоні значної кількості залишкових фосфатів і калію разом із зорюванням 2-го укосу конюшини лучної відіграє важливу роль в окультуренні ґрунтів — знижуються кислотність ґрунтового розчину і вміст сполук рухомого алюмінію, інтенсифікуються процеси гумусоутворення, поліпшується режим живлення й створюються сприятливі умови для функціонування ґрунтових екосистем.

Olifir Yu.¹, Partyka T.², Havryshko O.³, Kozak N.⁴, Romaniuk B.⁵

Institute of Agriculture of the Carpathian region of NAAS, 5 Hrushevskiyi Str., vil. Obroshyne, Lviv district, Lviv oblast, 81115, Ukraine; e-mail: ¹olifir.yura@gmail.com, ²tetyana.partyka@gmail.com, ³havryshko0@gmail.com, ⁴k.m.nadia2807@gmail.com, ⁵romaniukbboogg@gmail.com; ORCID: ¹0000-0002-7920-1854, ²0000-0001-7912-5292, ³0000-0002-5458-0691, ⁴0000-0002-2809-2432, ⁵0009-0005-1881-7101

Agrogenic transformation of the main properties of the clear-gray forest surface clay soil of the Western Forest-Steppe

Goal. In the conditions of the classical stationary experiment, to study the influence of long-term (55 years) use of various fertilizer systems and periodic liming on the dynamics of physico-chemical and agrochemical properties of clear-gray forest surface clay soil.

Methods. Field (long-term stationary experiment), laboratory-analytical (determination of physicochemical and agrochemical parameters of the soil), calculation-comparative (identification of similarities and differences between the obtained values), mathematical-statistical (justification of the reliability of the obtained data). **Results.** The study was carried out in a long stationary experiment, laid down in 1965 at the Institute of Agriculture of the Carpathian Region of NAAS. With an intensive mineral fertilizer system during five

7-field rotations, along with the accumulation of nutrients, pHKCl decreased by 3.8 units, Ng rose to 6.43 mg·eq./100 g of soil, the content of mobile aluminum compounds increased to 132.0 mg/kg of soil. With the replacement of the 7-field rotation with a 4-field rotation, the hydrolytic acidity for four rotations decreased to 4.49 mg·eq./100 g of soil, the content of mobile aluminum compounds was 59.9 mg/kg in the control without fertilizers. **Conclusions.** Based on the obtained results, it was found that the replacement of a 7-field crop rotation with a 4-field crop rotation, avoiding intensive crops (potatoes and sugar beets), contributed to a decrease in excessive mineralization associated with the intensity of crops and the cultivation factor. Suspension of application of high doses of mineral fertilizers against the background of a significant amount of residual phosphates and potassium, together with the plowing of the 2nd hay crop of the meadow clover, played an important role in the cultivation of soils: the acidity of the soil solution and the content of mobile aluminum compounds were reduced, the processes of humus formation were intensified, the nutrition mode was improved and favorable conditions for the functioning of soil ecosystems were created.

Key words: long-term field experiment, fertilizers, liming, crop rotation, acidity, movable aluminum, soil fertility.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovysnyk202509-02>

Бібліографія

1. Трускавецький Р.С., Цапко Ю.Л. Основи управління родючістю ґрунтів. Харків: ФОРМ Бровін О.В., 2016. 388 с.
2. Hansen V., Meilvang L.V., Magid J. et al. Effect of soil fertility level on growth of cover crop mixtures and residual fertilizing value for spring barley. *European Journal of Agronomy*. 2023. 145:126796. doi: 10.1016/j.eja.2023.126796
3. De Notaris C., Jensen J.L., Olesen J.E. et al. Long-term soil quality effects of soil and crop management in organic and conventional arable cropping systems. *Geoderma*. 2021. 403: 115383. doi: 10.1016/j.geoderma.2021.115383
4. Olifir Y., Habryel A., Partyka T. et al. Diagnosis of the functional state of transformed acid soils agroecosystems depending on long-term anthropogenic loads. *Agronomy Research*. 2021. 19(3). P. 1627–1639. doi: 10.15159/AR.21.109
5. *Моделі системного управління потенціалом родючості ґрунтів (на прикладі Харківської і Волинської областей; за ред. С.А. Балюка, Р.С. Трускавецького. Харків: Стильна типографія, 2018. 116 с.*
6. Gama J. T. The Role of Soils in Sustainability, Climate Change, and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities. *Ecologies*. 2023. 4(3). P. 552–567. doi: 10.3390/ecologies4030036
7. Wang Y., Yu A., Shang Y., Wang P. et al. Research Progress on the Improvement of Farmland Soil Quality by Green Manure. *Agriculture*. 2025. 15(7). P. 768. doi: 10.3390/agriculture15070768
8. Балюк С.А., Шимель В.В., Соловей В.Б. Про стан та завдання відновлення, охорони і управління ґрунтовими ресурсами України. *Вісник аграрної науки*. 2024. 2. С. 5–10. doi: 10.31073/agrovisnyk202402-01
9. Watson C.A., Topp C.F.E., Mead A. et al. Future proofing a long-term agricultural experiment for decades to come: Relocation and redesign. *European Journal of Agronomy*. 2024. 158:127214. doi: 10.1016/j.eja.2024.127214
10. Городній М.М., Бикін А.В., Лісовал А.П. та ін. Агрохімічний аналіз; за ред. М.М. Городнього. Київ: Арістей, 2007. 624 с.
11. Penn C.J., Camberato J.J.A. Critical Review on Soil Chemical Processes that Control How Soil pH Affects Phosphorus Availability to Plants. *Agriculture*. 2019. 9(6). P. 120. doi: 10.3390/agriculture9060120
12. Балюк С.А., Шимель В.В. Про стан та завдання управління органічним вуглецем ґрунту. *Вісник аграрної науки*. 2024. 6. С. 5–13. doi: 10.31073/agrovisnyk202406-01
13. Huang J., Hong J., Arango J. et al. The Response of Soil Organic Nitrogen to the Application of Green Manure Mixed with Phosphate Fertilizer at Manure Microsite on Acidic Soil. *Agronomy*. 2025. 15(4). P. 813. doi: 10.3390/agronomy15040813
14. Hlisenkovský L., Kunzová E. The content of topsoil nutrients, pH and organic carbon as affected by long-term application of mineral and organic fertilisers. *Agriculture (Polnohospodárstvo)*. 2014. 60(4). P. 142–148. doi: 10.1515/agri-2015-0003
15. Мірошниченко М.М., Христенко А.О., Гладких Є.Ю. 50-річна динаміка вмісту рухомих сполук азоту, фосфору і калію в чорноземі опідзоленому за даними стаціонарного польового дослідження. *Вісник аграрної науки*. 2021. 8. С. 5–14. doi: 10.31073/agrovisnyk202108-01
16. Снітинський В.В., Габриєль А.Й., Оліфір Ю.М., Германович О.М. Гумусний стан та емісія діоксиду вуглецю в агро-екосистемах. *Агро-екологічний журнал*. 2015. 1. С. 53–58.