

КИСЛОТНО-ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА СОЛОНЦЮВАТИСТЬ ЧОРНОЗЕМУ ОПІДЗОЛЕНОГО ЗА РІЗНОГО УДОБРЕННЯ

І. В. ЧИКІН, здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти
(доктор філософії)

Г. М. ГОСПОДАРЕНКО, доктор сільськогосподарських наук
Уманський національний університет

У тривалому стаціонарному досліді встановлено вплив застосування різних видів і доз мінеральних добрив та їх поєднань на зміну основних показників кислотно-основного стану та засоленості чорнозему опідзоленого важкосуглинкового в польовій сівозміні в умовах Правобережного Лісостепу.

Ключові слова: польова сівозміна, мінеральні добрива, кислотність, буферність, вміст катіонів.

Постановка проблеми. Антропогенна діяльність посилює навантаження на ґрунти. Деформування їх колоїдно-хімічних властивостей усе частіше обмежує продуктивність сільськогосподарських культур. Вивчення здатності ґрунтів протидіяти зміні реакції середовища та засоленості за впливу різних антропогенних чинників є важливим з погляду попередження процесів підкислення та фізико-хімічної деградації ґрунтового покриву. Тому одержання об'єктивних даних щодо функціонування агроєкосистем, їх агроєкологічного стану, а також моделювання процесу поліпшення якості ґрунту можливе за умови наявності всебічної інформації, яка включає і характеристику кислотно-основних властивостей. Особливо цінні дані, одержані в умовах стаціонарних польових дослідів, що підтверджує їх актуальність.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сільськогосподарське використання чорноземів призводить до вилучення катіонів з урожаєми, збільшення їх вимивання атмосферними опадами, витрат на нейтралізацію мінеральних добрив. Тривале застосування фізіологічно кислих мінеральних добрив, особливо азотних у підвищених дозах, інтенсивний глибокий обробіток ґрунту різко стимулюють вимивання карбонатів. Це зумовлює зміни його кислотно-основних властивостей через вимивання з верхнього шару кальцію [1–3]. Водночас з підкисленням ґрунтового розчину знижується ефективність удобрювальних продуктів – урожайність сільськогосподарських культур і якість продукції, а також коефіцієнти використання поживних речовин з добрив [4].

Порівняно з іншими елементами живлення, вегетативні органи рослин містять більше кальцію, ніж генеративні [6]. Тому в разі залишення на полі нетоварної частини урожаю він у значній кількості повертається в ґрунт [7].

Вапнування є важливим агрохімічним заходом спрямованим на поліпшення якості ґрунту, який сприяє створенню сприятливих фізико-хімічних і біологічних умов для формування продуктивності сільськогосподарських

культур [7–9]. Наявність достатньої кількості кальцію у ґрунті сприяє коагуляції колоїдів, поліпшує структуру ґрунту та підвищує його водопроникність [10, 11]. За низького вмісту кальцію у ґрунті гумус не утримується мінеральною частиною і вимивається за межі кореневмісного шару [12].

Метою досліджень було встановити вплив тривалого застосування різних видів і доз мінеральних добрив та їх поєднань на зміну основних показників кислотно-основного стану та засоленості чорнозему опідзоленого важкосуглинкового в польовій сівозміні.

Методика досліджень. Земельна ділянка, де закладено стаціонарний польовий дослід (атестат УААН № 87), розташована на території землекористування навчально-виробничого відділу Уманського національного університету, в одному з його територіальних підрозділів – дослідному полі. Дослід закладено у 2010 році в Маньківському природно-сільськогосподарському районі Лісостепової Правобережної провінції з географічними координатами за Гринвічем 48°46' пн. ш. і 30°14' сх. д. з висотою над рівнем моря 245 м. За даним метеостанції Умань, розміщеної за 2 км, клімат дослідного поля помірно континентальний із кількістю опадів 586 мм і середньорічною температурою 8,8 °С.

Переважаючим ґрунтом на території дослідного поля є чорнозем опідзолений важкосуглинковий, що сформувався на лесах. За класифікацією FAO/WRB, 2022 він називається *Phaeosems* [13]. Структурний склад ґрунту, визначений за методикою [14], згідно класифікації FAO, мулово-глинистий суглинок (*silti clay loam*). Об'ємна щільність ґрунту 1,24–1,25 г/см³. Це добре дренований підтип ґрунту з великою часткою мулу (63–65 %) і глини (33–35 %) та незначною часткою піску (2,1–2,5 %), що забезпечує добре утримання води й поживних речовин.

Для чорнозему опідзоленого притаманна слабокисла реакція у верхніх горизонтах. Це сприяє швидкому руйнуванню мінералів і переходу в рухомі форми поживних речовин. Ґрунт слабо диференційований за елювіально-ілювіальним профілем. Карбонати кальцію скипають від 10 %-го розчину HCl на глибині 100–110 см. В орному шарі міститься 3,8 % гумусу, він характеризується низьким вмістом азоту легкогідролізованих сполук (за методом Корнфілда), підвищеним і високим – відповідно рухомих сполук фосфору й калію (за методом Чирикова).

Дослід одночасно розгорнутий на чотирьох полях, що дає змогу щорічно отримувати дані всіх культур польової сівозміни (пшениця озима, кукурудза, ячмінь ярий, соя). Повторення дослідів триразове, розміщення варіантів послідовне. Загальна площа дослідної ділянки 110 м². Під культури сівозміни мінеральні добрива вносили у вигляді аміачної селітри, суперфосфату гранульованого та калію хлористого. Їх нетоварну продукцію (солому, стебелиння) залишали на полі.

У зразках ґрунту, відібраних згідно вимог ДСТУ 4287 : 2004 і ДСТУ ISO 11464 : 2007 з шару 0–20 см, визначали такі показники: кислотність ґрунту рН_{H2O} і рН_{KCl} – на іонометрі згідно ДСТУ ISO 10390-2022; гідролітичну кислотність – за методом Каппена згідно ДСТУ 7537 : 2014; буферний рН [15]; вміст обмінних катіонів (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺) в амонійно-ацетатному буферному розчині з рН 7,0

методом оптико-емісійної спектроскопії [16]; питому електропровідність [17]; ступінь солонцюватості [18].

Результати досліджень. Як видно з даних табл. 1, перед закладанням дослідів ґрунтовий розчин за показником pH_{H_2O} був нейтральним.

Табл. 1. Зміна показників кислотності та солонцюватості ґрунту після тривалого (2010–2025 рр.) застосування різних систем удобрення в польовій сівозміні

Варіант дослідів	pH_{H_2O}	pH_{KCl}	Гідролітична кислотність, смоль/кг	pH -буферний індекс	ЕС, мС/м	Ступінь солонцюватості, %
2010 р.*	6,6	5,7	1,78	6,8	7,9	4,31
Без добрив (контроль)	6,4	5,5	1,84	6,8	7,9	4,38
N ₇₅	6,2	5,2	1,89	6,7	8,6	3,29
N ₁₁₀	6,2	5,2	1,99	6,7	9,6	3,55
P ₆₀ K ₈₀	6,3	5,4	1,63	6,8	11,2	3,98
N ₁₁₀ K ₈₀	6,1	5,2	2,02	6,7	11,7	4,22
N ₁₁₀ P ₆₀	6,0	5,1	2,00	6,6	10,0	2,28
N ₅₅ P ₃₀ K ₄₀	6,3	5,3	1,90	6,7	9,1	3,61
N ₁₁₀ P ₆₀ K ₈₀	6,1	5,2	2,06	6,7	11,7	3,90
N ₁₁₀ P ₃₀ K ₄₀	6,1	5,2	1,98	6,6	9,2	3,58
N ₁₁₀ P ₆₀ K ₄₀	6,1	5,3	2,01	6,7	8,9	3,79
N ₁₁₀ P ₃₀ K ₈₀	6,2	5,2	2,04	6,7	11,4	3,45
HIP ₀₅	0,3	0,2	0,23	0,1	0,6	—

Примітка. * – перед закладанням дослідів.

Після тривалого застосування різних систем удобрення в сівозміні він підкислювався. При цьому найменше це відбулося на ділянках без добрив та за внесення лише P₆₀K₈₀ або N₅₅P₃₀K₄₀, де простежувалась лише тенденція підкислення до pH_{H_2O} 6,3–6,4. В інших варіантах дослідів ґрунт став слабкокислим. В цілому це свідчить про низький вміст водню в ґрунтовому розчині, який не впливає на рослини.

Показник pH водної суспензії інколи рекомендують застосовувати для характеристики якості ґрунту, проте він нестабільний, залежить від вмісту в ґрунті органічної речовини, активності ґрунтової біоти і значно завищений за посушливих умов [6]. В Україні прийнято користуватися показником pH_{KCl} , за яким ґрунт перед закладанням дослідів був дуже слабкокислим, а після тривалого застосування добрив у всіх варіантах дослідів став слабкокислим з різним значенням pH_{KCl} – від 5,5 на контролі до 5,1 у варіанті дослідів N₁₁₀P₆₀.

Достовірне підкислення ґрунту за гідролітичною кислотністю спостерігалось лише у варіантах дослідів N₁₁₀P₆₀, N₁₁₀P₆₀K₈₀ і N₁₁₀P₃₀K₈₀ – на 0,24–0,28 смоль/кг. Гідролітичної кислотності ґрунту зазнала незначних змін. За період проведення дослідів спостерігалась лише тенденція її підвищення у варіантах дослідів з внесенням високої дози азотних добрив. Такі незначні зміни

цього показника, на нашу думку, можна пояснити як поверненням у ґрунт карбонатів з урожаєм нетоварної продукції, так і їх підтягуванням з нижчих шарів ґрунтового профілю у зв'язку з більш посушливим кліматом.

Показник рН-буферності ґрунту показує його здатність протидіяти змінам рН-реакції завдяки збереженню стабільної концентрації водневих і гідроксильних іонів за добавляння кислот або лугів. За низької буферності швидко змінюється показник рН ґрунтового середовища. Це негативно впливає на доступність поживних речовин рослинам і розвиток мікроорганізмів. За високої буферності забезпечується оптимальне середовище для розвитку рослин, що є важливим чинником якості ґрунтів [6, 19].

Буферна здатність ґрунтів буде тим вищою, чим більша їх ємність поглинання катіонів [20, 21]. Як видно з даних табл. 1, рН-буферний індекс для цього ґрунту є високим і за період проведення досліджень спостерігається тенденція його погіршення, особливо у варіантах дослід з внесенням високої дози азотних добрив. Достовірне зниження цього показника – на 0,2 одиниці рН було у варіантах дослід $N_{110}P_{60}$ і $N_{110}P_{30}K_{40}$, тобто за одностороннього внесення високої дози азотних добрив.

Нині для моніторингу якості ґрунту широко застосовують показник електропровідності [22, 23]. Він також дозволяє уточнити межі ґрунтових відмін для точного землеробства [6]. Електропровідність тісно корелює з багатьма показниками родючості, тому є індикатором змін у ґрунті [24–26]. Вона залежить від вологості ґрунту, його температури, текстури, вмісту солей та органічної речовини і є показником загальної кількості розчинених у ґрунтовій воді неорганічних солей. Тому низькі значення електропровідності свідчать про високу кислотність чи збіднення ґрунту на гумус і поживні елементи.

За питомою електропровідністю (ЕС) ґрунт на дослідних ділянках, незалежно від системи застосування добрив, не засолений (див. табл. 1). Відповідно до прийнятої класифікації [18] ґрунт у всіх варіантах дослід мав високу буферність і був несолонцюватим, тому що містив менше ніж 5% увібраних катіонів натрію та калію.

Одним із важливих показників, що впливає на стабілізацію та накопичення гумусу в ґрунті є вміст у ньому обмінних основ кальцію й магнію. На тлі внесення одних лише мінеральних добрив і особливо зростаючих їх доз кількість обмінного кальцію та магнію зменшується, що зумовлено підкислювальною дією мінеральних добрив. Ученими [7, 27] встановлено пряму залежність між дозою внесення мінеральних добрив і втратами кальцію. За умови коли нетоварна частина врожаю буде залишена на полі, величина його вилучення становить 4–6 кг/га, оскільки у листках і стеблах його значно більше, ніж в основній продукції. За умови видалення нетоварної частини врожаю втрати кальцію зростають і становлять 29–50 кг/га залежно від рівня врожаю [1]. У варіантах дослід з внесенням лише мінеральних добрив складається різко від'ємний баланс кальцію. У варіанті дослід без внесення дефекату й мінеральних добрив щорічні втрати кальцію були 109 кг/га за умови, що нетоварна частина врожаю буде залишена на полі і 134 кг/га – за її видалення, а

за внесенням мінеральних добрив ця величина становить відповідно 90–104 кг/га і 124–142 кг/га [1].

Вважається, що зі збільшенням вимивання кальцію в ГВК зростає кількість магнію, чим і пояснюється ущільнення ґрунтів важкого гранулометричного складу [6]. Як видно з даних табл. 2, чорнозем опідзолений містить значну кількість обмінного кальцію, порівняно з іншими катіонами, – 4011–4186 мг/кг.

Табл. 2. Насиченість ґрунту обмінними основами після тривалого (2010–2025 рр.) застосування різних систем удобрення в польовій сівозміні, мг/кг

Варіант досліджу	Елемент				Сума
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	
2010 р.*	4186	385	284	17	4872
Без добрив (контроль)	4059	390	269	17	4735
N ₅₅	4022	395	278	19	4714
N ₁₁₀	4044	397	299	19	4759
P ₆₀ K ₈₀	4149	387	349	18	4903
N ₁₁₀ K ₈₀	4011	381	367	19	4778
N ₁₁₀ P ₆₀	4104	384	280	19	4788
N ₅₅ P ₃₀ K ₄₀	4090	388	325	17	4820
N ₁₁₀ P ₆₀ K ₈₀	4037	377	342	17	4783
N ₁₁₀ P ₃₀ K ₄₀	4077	392	315	16	4802
N ₁₁₀ P ₆₀ K ₄₀	4076	389	311	19	4795
N ₁₁₀ P ₃₀ K ₈₀	4079	390	361	19	4849
НІР ₀₅	189	21	18	2	–

Примітка. * – перед закладанням досліджу.

За показником НІР₀₅ зміни у варіантах досліджу були не істотними, але простежувалась тенденція зниження його вмісту у варіантах з внесенням добрив, особливо азотних. Це свідчить про переміщення іонів кальцію у нижні шари ґрунту, а також збільшення його винесення з урожаєм. Вміст обмінного магнію в ґрунті був більше ніж у 10 разів меншим, ніж кальцію. Різниця між варіантами була в межах похибки досліджу. Системи застосування добрив, що вивчалися в досліді. Істотно не впливали на вміст обмінного натрію в ґрунті, який був у незначних межах – 17–19 мг/кг. Показник суми обмінних основ, як показують розрахунки, є досить стабільним показником, який був у межах 4714–4903 мг/кг, або змінювався лише на 4 %.

Висновки. 1. Ґрунт перед закладанням досліджу був дуже слабкокислим (рН_{КСІ} 5,7), а після тривалого застосування добрив у всіх варіантах досліджу став слабкокислим з різним значенням рН_{КСІ} – від 5,5 на контролі до 5,1 у варіанті досліджу N₁₁₀P₆₀. При цьому гідролітична кислотність підвищилась у варіантах досліджу N₁₁₀P₆₀, N₁₁₀P₆₀K₈₀ і N₁₁₀P₃₀K₈₀ – на 0,24–0,28 смоль/кг (за вихідного показника 1,78 смоль/кг).

2. У варіантах досліду $N_{110}P_{60}$ і $N_{110}P_{30}K_{40}$ рН-буферний індекс знизився на 0,2 одиниці, тобто за одностороннього внесення високої дози азотних добрив. У всіх варіантах досліду він мав високу буферність і був несолонцюватим (вміст увібраних катіонів натрію та калію менше ніж 5 %) і незасоленим за показником питомої електропровідності (ЕС).

3. Залежно від системи застосування добрив ґрунт містить, мг/кг: кальцію 4059–4186, магнію – 377–395, калію – 269–361 і натрію – 17–19. При цьому показник їх суми змінюється лише на 4 %.

4. Для підтримання оптимальних кислотно-основних властивостей чорнозему опідзоленого важкосуглинкового необхідно застосовувати збалансовану мінеральну систему удобрення в польовій сівозміні та в майбутньому передбачити проведенням підтримувального вапнування.

Література:

1. Господаренко Г. М., Прокопчук І. В. Трансформація кислотно-основних властивостей ґрунту за тривалого застосування добрив у польовій сівозміні. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2014. №1. С. 8–12.
2. Моделі системного управління потенціалом родючості ґрунтів (на прикладі Харківської і Волинської областей) / за наук. ред. С. А. Балюка, Р. С. Трускавецького. Харків : Стильна типографія, 2018. 116 с.
3. Сипко А. О., Стрілець О. П., Зацкровка Н. С., Костащук М. В. Оптимізація фізико-хімічних властивостей чорнозему типового вилугованого слабокислого при застосуванні дефекату, отриманого за новою технологією. *Цукрові буряки*. 2017. №1. С. 11–13.
4. Wang X. et al. Long-term effect of lime application on the chemical composition of soil organic carbon in acid soils varying in texture and liming history. *Biology and Fertility of Soils*. 2016. Vol. 52. P. 295–306.
5. Гіль Л. С., Пашковський А. І., Суліма Л. Т. Сучасні технології овочівництва відкритого і закритого ґрунту. Ч. 1. Закритий ґрунт. Вінниця : Нова Книга. 2008. С. 76–81.
6. Господаренко Г. М. *Агрохімія*. Київ : ТОВ «ТРОПЕА», 2024. 572 с.
7. Прокопчук І. В. Ефективність вапнування чорнозему опідзоленого Правобережного Лісостепу України за тривалого застосування добрив у польовій сівозміні : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.04. Харків, 2003. 20 с.
8. Haddad S. A., Tabatabai M. A. Loynachan T. E. Effects of liming and selected heavy metals on ammonium release in waterlogged agricultural soils. *Biology and Fertility of Soils*. 2017. Vol. 53. Issue 2. P. 153–158.
9. Simonsson M. Pools and solubility of soil phosphorus as affected by liming in long-term agricultural field experiments. *Geoderma*. 2018. Vol. 315. P. 208–219.
10. Внутрігосподарський контроль стану ґрунтів (наукові рекомендації); за ред. М. Мірошниченка. Харків, 2023. 121 с.
11. Мазур Г. А. Відтворення гумусу, кислотність, обмінні основи, мінеральні добрива, сівозміна і регулювання родючості легких ґрунтів: монографія. Київ : Аграрна наука, 2008. 308 с.

12. Трус О. М., Господаренко Г. М., Прокопчук І. В. Гумус чорнозему опідзоленого та його відтворення. Умань : ВПЦ «Візаві», 2016. 228 с.
13. IUSS Working Group WRB. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4th edition. Vienna: International Union of Soil Sciences (IUSS), 2022. URL: https://eurasian-soil-portal.info/wp-content/uploads/2023/02/wrb_fourth_edition_2022-12-18.pdf
14. Schindelbeck R. R., Ristow A. J., Kurtz K. S. Soil texture (Fact Sheet № 16-04). Cornell University, School of Integrative Plant Sciences, Soil Health Manual Series, 2025. P. 1–2.
15. Sicora F. J. Replacing SMP buffer with Sicora Buffer for Determining Lime Requirement of Soil. *Soil Science Society of America Journal*. 2006. 70 (2). P. 1–10. DOI: 10.2136/sssaj2005.0164
16. Warncke D., Brown's J. R. Potassium and Other Basic Cations. Recommended Chemical Soil Test Procedures for the North Central Region. *NCR Publication*. 1998. № 221. P. 31–33.
17. ДСТУ ISO 11265-2001. Якість ґрунту. Визначення питомої електропровідності (ISO 11265:1994, IDT). [Чинний від 2003-01-01]. Київ : Держстандарт України, 2003. 10 с.
18. ДСТУ 3866-99. Якість ґрунту. Класифікація ґрунтів за ступенем вторинної солонцюватості. [Чинний від 2000-01-01]. Київ : Держстандарт України, 2000. 6 с.
19. Zhang S., Wang R., Cai J. et al. Impact of fertilization practices on pH and the pH buffering capacity of calcareous soil. *Soil Science and Plant Nutrition*. 2016. № 62 (5–6). P. 432–439.
20. Мазур Г. А., Ткаченко М. А., Шкляр В. М. Вплив вапнування за різних систем удобрення в сівозміні на баланс гумусу в сірому лісовому ґрунті. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 10. С. 5–11.
21. Моделі системного управління потенціалом родючості ґрунтів (на прикладі Харківської і Волинської областей) / за наук. ред. С. А. Балюка, Р. С. Трускавецького. Харків : Стильна типографія, 2018. 116 с.
22. Гіль Л. С., Пашковський А. І., Суліма Л. Т. Сучасні технології овочівництва відкритого і закритого ґрунту. Ч. 1. Закритий ґрунт. Вінниця : Нова Книга. 2008. С. 76–81.
23. Дегтярьов В. В., Дегтярьов Ю. В., Рєзнік С. В. Сезонна динаміка електропровідності чорнозему типового за умов різних систем землеробства. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2020. №1. С. 11–16. DOI: 10.31395/2310-0478-2020-1-11-16
24. Aimrun W., Amin MSM., Rusnam M. and other. Soil Electrical Conductivity as an Estimator of Nutrients in the Maize Cultivated Land. *European Journal of Scientific Research*. 2009. 31 (1). P. 37–51.
25. Bekele A., Hudnall W. H., Jerry J. Daigle and other. Scale dependent variability of soil electrical conductivity by indirect measures of soil properties. *Journal of Terramechanics*. 2005. № 42 (3–4). P. 339–351. DOI: 10.1016/j.jterra.2004.12.004
26. Chaudhari P. R., Ahire D. V. Electrical Conductivity and Dielectric Constant as Predictors of Chemical Properties and available Nutrients in the Soil.

27. Трускавецький Р. С. Буферна здатність ґрунтів та їх основні функції. Харків: ППВ «Нове слово», 2003. 224 с.

References:

1. Hospodarenko, H. M., & Prokopchuk, I. V. (2014). Transformation of soil acid-base properties under long-term fertilizer application in a field crop rotation. *Visnyk of Uman National University of Horticulture*, (1), 8–12. [in Ukrainian].
2. Balyuk, S. A. (Ed.), Truskavetsky, R. S. (Ed.). (2018). *Models of systemic management of soil fertility potential (on the example of Kharkiv and Volyn regions)*. Kharkiv: Stylish Typography. [in Ukrainian].
3. Sipko, A. O., Strilets, O. P., Zatskirkovna, N. S., & Kostashchuk, M. V. (2017). Optimization of physicochemical properties of typical leached slightly acidic chernozem using defecate obtained by a new technology. *Sugar Beet*, (1), 11–13. [in Ukrainian].
4. Wang, X., et al. (2016). Long-term effect of lime application on the chemical composition of soil organic carbon in acid soils varying in texture and liming history. *Biology and Fertility of Soils*, 52, 295–306.
5. Hil, L. S., Pashkovskyi, A. I., & Sulima, L. T. (2008). Modern technologies of open-field and protected vegetable cultivation. Part 1. Protected soil. Vinnytsia: Nova Knyha, 76–81. [in Ukrainian].
6. Hospodarenko, H. M. (2024). *Agrochemistry*. Kyiv: TROPEA. [in Ukrainian].
7. Prokopchuk, I. V. (2003). Efficiency of liming podzolic chernozem of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine under long-term fertilizer application in field crop rotation: Candidate of agricultural sciences dissertation abstract, 06.01.04. Kharkiv. [in Ukrainian].
8. Haddad, S. A., Tabatabai, M. A., & Loynachan, T. E. (2017). Effects of liming and selected heavy metals on ammonium release in waterlogged agricultural soils. *Biology and Fertility of Soils*, 53(2), 153–158.
9. Simonsson, M. (2018). Pools and solubility of soil phosphorus as affected by liming in long-term agricultural field experiments. *Geoderma*, 315, 208–219.
10. Miroshnichenko, M. (Ed.). (2023). *Intra-farm soil monitoring (scientific recommendations)*. Kharkiv. [in Ukrainian].
11. Mazur, H. A. (2008). *Humus reproduction, acidity, exchangeable bases, mineral fertilizers, crop rotation, and fertility regulation of light soils: Monograph*. Kyiv: Agrarian Science. [in Ukrainian].
12. Trus, O. M., Hospodarenko, H. M., & Prokopchuk, I. V. (2016). Humus of podzolic chernozem and its reproduction. Uman: VPC "Vizavi". [in Ukrainian].
13. IUSS Working Group WRB. (2022). *World Reference Base for Soil Resources: International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps* (4th ed.). Vienna: International Union of Soil Sciences (IUSS). https://eurasian-soil-portal.info/wp-content/uploads/2023/02/wrb_fourth_edition_2022-12-18.pdf

14. Schindelbeck, R. R., Ristow, A. J., & Kurtz, K. S. (2025). Soil texture (Fact Sheet № 16-04). Cornell University, School of Integrative Plant Sciences, Soil Health Manual Series, 1–2.
15. Sicora, F. J. (2006). Replacing SMP buffer with Sicora Buffer for determining lime requirement of soil. *Soil Science Society of America Journal*, 70(2), 1–10. <https://doi.org/10.2136/sssaj2005.0164>
16. Warncke, D., & Brown, J. R. (1998). Potassium and other basic cations. *Recommended Chemical Soil Test Procedures for the North Central Region*, NCR Publication, 221, 31–33.
17. DSTU ISO 11265-2001. (2003). Soil quality. Determination of specific electrical conductivity (ISO 11265:1994, IDT). Kyiv: Derzhstandart of Ukraine. [in Ukrainian].
18. DSTU 3866-99. (2000). Soil quality. Classification of soils by degree of secondary salinization. Kyiv: Derzhstandart of Ukraine. [in Ukrainian].
19. Zhang, S., Wang, R., Cai, J., et al. (2016). Impact of fertilization practices on pH and the pH buffering capacity of calcareous soil. *Soil Science and Plant Nutrition*, 62(5–6), 432–439.
20. Mazur, H. A., Tkachenko, M. A., & Shklyar, V. M. (2016). Influence of liming under different fertilization systems in crop rotation on humus balance in gray forest soil. *Visnyk of Agrarian Science*, (10), 5–11. [in Ukrainian].
21. Balyuk, S. A. (Ed.), Truskavetsky, R. S. (Ed.). (2018). *Models of systemic management of soil fertility potential (on the example of Kharkiv and Volyn regions)*. Kharkiv: Stylish Typography. [in Ukrainian].
22. Hil, L. S., Pashkovskyi, A. I., & Sulima, L. T. (2008). Modern technologies of open-field and protected vegetable cultivation. Part 1. Protected soil. Vinnytsia: Nova Knyha, 76–81. [in Ukrainian].
23. Degtyaryov, V. V., Degtyaryov, Y. V., & Reznik, S. V. (2020). Seasonal dynamics of electrical conductivity of typical chernozem under different farming systems. *Visnyk of Uman National University of Horticulture*, (1), 11–16. <https://doi.org/10.31395/2310-0478-2020-1-11-16> [in Ukrainian].
24. Aimrun, W., Amin, M. S. M., Rusnam, M., et al. (2009). Soil electrical conductivity as an estimator of nutrients in the maize cultivated land. *European Journal of Scientific Research*, 31(1), 37–51.
25. Bekele, A., Hudnall, W. H., Daigle, J. J., et al. (2005). Scale dependent variability of soil electrical conductivity by indirect measures of soil properties. *Journal of Terramechanics*, 42(3–4), 339–351. <https://doi.org/10.1016/j.jterra.2004.12.004>
26. Chaudhari, P. R., & Ahire, D. V. (2013). Electrical conductivity and dielectric constant as predictors of chemical properties and available nutrients in the soil. *Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences*, 3(2), 1382–1388.
27. Truskavetsky, R. S. (2003). *Soil buffering capacity and its main functions*. Kharkiv: PPV "Nove Slovo". [in Ukrainian].

Annotation

Chykin I., Hospodarenko H.

Acid-base properties and alkalinity of podzolized chernozem under various fertilizers

Aims To study the soil's ability to counteract changes in the environment and salinity under the influence of various anthropogenic factors is important from the point of view of preventing the processes of their physical and chemical degradation.

Methodology. The study was conducted in a long-term stationary experiment of Uman National University using different types and doses of mineral fertilizers and their combinations for field crop rotation crops (winter wheat, corn, spring barley, soybeans) in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe. The experiment was simultaneously deployed on four fields, which makes it possible to obtain annual data for all crops of the field crop rotation (winter wheat, maize, spring barley, soybean). The experiment was replicated three times, with sequential arrangement of the variants. The total area of the experimental plot was 110 m². Mineral fertilizers for the rotation crops were applied in the form of ammonium nitrate, granulated superphosphate, and potassium chloride. Their non-market products (straw, stalk residues) were left in the field.

Results and conclusions. Before starting the experiment, the soil was very weakly acidic (pH_{KCl} 5.7), and after long-term use of fertilizers in all experiment variants, it became weakly acidic with different indicators of pH_{KCl} – from 5.5 in the control to 5.1 in the N₁₅₀P₆₀ experiment variant. At the same time, the hydrolytic acidity increased in the N₁₅₀P₆₀, N₁₅₀P₆₀K₈₀ and N₁₅₀P₃₀K₈₀ experiment variants – by 0.24–0.28 mol/kg (based on the initial indicator of 1.78 smol/kg). In the N₁₅₀P₆₀ and N₁₅₀P₃₀K₄₀ experiment variants, the pH buffer index decreased by 0.2 units, i.e. with unilateral application of a high dose of nitrogen fertilizers. In all experiment variants, it had a high buffer capacity and was non-solonized (the content of absorbed sodium and potassium cations is less than 5%) and non-saline according to the specific electrical conductivity. Depending on the fertilizer application system, the soil contains, mg/kg: calcium 4059–4186, magnesium – 377–395, potassium – 269–361 and sodium – 17–19. At the same time, their sum indicator changes by only 4%. In order to maintain optimal acid-base properties of podzolized heavy loamy chernozem, it is necessary to apply a balanced mineral fertilizer system in field crop rotation and in the future to provide for maintenance liming.

Key words: field crop rotation, mineral fertilizers, acidity, buffer capacity, cation content.