

CHANGE IN PHYSICAL AND CHEMICAL FERTILITY INDICES OF CHERNOZEM PODZOLIZED IN CROP ROTATION DEPENDING ON FERTILIZER OPTION

H. Hospodarenko, I. Prokopchuk, O. Cherny, V. Boyko

e-mail: pivotbi@ukr.net

Uman National University of Horticulture
1, Instytut'ska Str., Uman, 20305, Ukraine

The article presents the research results of the impact of various doses and ratios of mineral fertilizers on the physical and chemical indices of podzolized hard-loam chernozem in Right-bank Forest-steppe of Ukraine. Based on the conducted researches, it was found that during the prolonged application of mineral fertilizers, the tendency toward soil acidification at 0.1-0.3 units of pH_{KCl} is observed. In some variants of the experiment, pH_{KCl} was $<5,5$, which testifies to the subacidic reaction of the soil solution. Therefore, in the future, the soil will require the liming keeping up. Prolonged application of mineral fertilizers in the crop rotation along with the exchange, also affects the change of hydrolytic soil acidity. At the same time, it significantly depends on the doses and ratios of fertilizers. Changes in hydrolytic acidity in the soil layer of 0-20 cm were in the range from 2.78 resin/kg before laying out the experiment to 4.23 resin/kg of soil. The greatest impact on its increase was the use of nitrogen and potash fertilizers. Magnesium content in SAC was more stable, even with high doses of mineral fertilizers, only a tendency to reduce its content was noted. Similar changes were observed in the content of the amount of cations $K + Na$ in SAC. In the soil layer of 20-40 cm, changes in the cation content in SAC were less considerable, but a significant decrease in their amount was carried out in experimental variants where nitrogen fertilizers were introduced in a dose of 150 kg/ha a. i., and also in the background of the average annual application of $P_{60}K_{80}$ only in the rotation. The capacity of soil absorption under the influence of fertilizer does not change significantly, while the degree of bases saturation decreased from 89.9% to 83.7-88.8% in the soil layer of 0-20 cm and from 93.2% to 86.6-90.9, % in the soil layer of 20-40 cm depending on the fertilizer option.

Thus, even chernozem soils, which are naturally neutral, cannot withstand chemical stress and change their physical and chemical properties in the process of agricultural use, provided that they are used only for mineral fertilizers.

Key words: field crop rotation, mineral fertilizers, chernozem podzolized, physical and chemical indices, soil acidity.

ЗМІНА ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОДЮЧОСТІ ЧОРНОЗЕМУ ОПІДЗОЛЕНОГО В СІВОЗМІНІ ЗАЛЕЖНО ВІД РІЗНОГО УДОБРЕННЯ

Г. М. Господаренко, І. В. Прокопчук, О. Д. Черно, В. П. Бойко

e-mail: pivotbi@ukr.net

Уманський національний університет садівництва,
вул. Інститутська, 1, м. Умань, 20305, Україна

У статті наведено результати вивчення впливу різних доз і співвідношень мінеральних добрив на фізико-хімічні показники чорнозему опідзоленого важкосуглинкового в Правобережному Лісостепу України. На основі проведених досліджень встановлено, що за тривалого внесення мінеральних добрив простежується тенденція до підкислення ґрунту на 0,1–0,3 одиниці pH_{KCl} , а у деяких варіантах досліді pH_{KCl} був $< 5,5$, що свідчить про слабкокисло реакцію ґрунтового розчину. Тому в подальшому ґрунт буде потребувати проведення підтримувального вапнування. Тривале застосування мінеральних добрив у сівозміні, поряд з обмінною, впливає і на зміну гідролітичної кислотності ґрунту. При цьому, вона досить суттєво залежить від доз і співвідношень добрив. Зміни гідролітичної кислотності в шарі ґрунту 0–20 см були у межах від 2,78 смоль/кг перед закладанням досліді до 4,23 смоль/кг ґрунту. Найбільший вплив на її підвищення мало застосування азотних і калійних добрив. Вміст магнію в ГВК був більш стабільним, навіть за високих доз мінеральних добрив відмічено лише тенденцію до зниження його вмісту. Аналогічними були зміни вмісту суми катіонів $K + Na$ в ГВК. У шарі ґрунту 20–40 см зміни вмісту катіонів у ГВК були менш значними, але достовірне зниження їх суми пройшло у

варіантах досліджу, де вносилися азотні добрива в дозі 150 кг/га д. р., а також на тлі середньорічного внесення в сівозміні лише $P_{60}K_{80}$. Ємність вбирання ґрунту під впливом удобрення змінюється несуттєво, тоді як ступінь насиченості основами знизився з 89,9 % до 83,7–88,8 % у шарі ґрунту 0–20 см і з 93,2 % до 86,6–90,9 % у шарі ґрунту 20–40 см залежно від варіанту удобрення.

Таким чином, навіть нейтральні за своєю природою чорноземні ґрунти, за умови тривалого застосування лише мінеральних добрив, не здатні протистояти хімічному навантаженню і процесі сільськогосподарського використання змінюють свої фізико-хімічні властивості.

Ключові слова: польова сівозміна, мінеральні добрива, чорнозем опідзолений, фізико-хімічні показники, кислотність ґрунту.

Вступ

Складні умови розвитку галузі сільського господарства вимагають переходу до енерго- та ресурсощаджувального землеробства. При цьому, важливим завданням є збереження та розширене відтворення потенційної і ефективної родючості ґрунту, підтримання екологічної безпеки агроценозів [16]. Однією зі складових у вирішенні сучасних проблем землеробства є оптимізація системи удобрення з урахуванням науково обґрунтованих рекомендацій. В умовах ринку ця система повинна забезпечувати високу рентабельність виробництва й, водночас, бути мобільною та орієнтуватися не тільки на можливість миттєвої економічної вигоди, але й створення в ґрунті умов, які забезпечують збалансоване використання біологічних та природних ресурсів і відновлення родючості. Загальноприйнята думка про те, що чорноземи високородючі ґрунти, вже не актуальна в умовах інтенсивного вирощування сільськогосподарських культур, тому виникає потреба вивчення змін показників їх родючості.

Однією з причин зниження родючості ґрунтів є невиконання землеробського закону повернення винесених з урожаєм елементів живлення, а також застосування незбалансованого, переважно азотного удобрення. [1]. З погляду антропогенної еволюції ґрунтів, значення мінеральних добрив оцінюється неоднозначно. Поряд з підвищенням ефективної родючості, вони істотно змінюють фізико-хімічні та агрохімічні показники ґрунту. Дослідження динаміки зміни цих показників під впливом тривалого застосування мінеральних добрив у польовій сівозміні дозволить визначити напрямок розвитку ґрунтоутворювальних процесів за різного удобрення.

Величина зміни реакції ґрунтового середовища та фізико-хімічних показників ґрунтів, а також зміщення потенціальної кислотності під впливом добрив залежить від багатьох чинників, які, в свою чергу, впливають на їх ефективність [14]. Реакція ґрунтового розчину має значний вплив на ріст і розвиток

сільськогосподарських культур. В умовах високої кислотності ґрунту зростає розчинність сполук алюмінію та мангану, які посилюють негативний вплив на рослини і ґрунтові мікроорганізми, а також на швидкість та напрямок перебігу хімічних і біологічних процесів. Ацидність ґрунту залежить від кліматичних умов, властивостей материнської породи, господарської діяльності людини [15]. Посилення кислотності орних земель обумовлено внесенням фізіологічно кислих добрив, вилученням біофільних елементів з ґрунту врожайми сільськогосподарських культур, втратами кальцію та магнію з низхідними потоками вологи.

Встановлено [14], що за 40 років сільськогосподарського використання чорнозему опідзоленого без застосування добрив та меліорантів ступінь насичення ґрунту основами знизився до 85,7 %, зросла гідролітична кислотність, знизився рН ґрунтового розчину. Загальні втрати кальцію та магнію залежать від гранулометричного складу ґрунтів і доз добрив [10].

Окиснення органічних речовин ґрунту внаслідок його обробітку, застосування фізіологічно-кислих мінеральних добрив і кислотні опади зумовлюють декальцинацію чорноземних ґрунтів, які генетично мають нейтральну реакцію. Внесення 100 кг/кг діючої речовини мінеральних добрив на чорноземі опідзоленому знижує величину показника pH_{KCl} на 0,007 одиниці та збільшує потенційну кислотність на 0,42 смоль/кг ґрунту [14].

За останні 40–50 років особливо помітне підкислення чорноземних ґрунтів відбулося в Черкаській і Сумській областях (pH – 0,3–0,5) [11]. Значний вплив на підкислення ґрунтового розчину має тривале застосування мінеральних добрив [5, 7, 13].

Отже, застосування добрив, особливо мінеральних, має значний вплив на фізико-хімічні характеристики чорноземів. Тому важливо встановити направленість й інтенсивність цих змін, які формуються під впливом різноінтенсивного удобрення.

Матеріали та методи

Оцінити еволюційне спрямування характеру змін та інтенсивності трансформації основних фізико-хімічних показників чорнозему опідзоленого важкосуглинкового Правобережного Лісостепу за різних доз і співвідношень мінеральних добрив у

короткоротаційній польовій сівозміні на тлі заробляння у ґрунт нетоварної частини урожаю.

Дослідження проведено в умовах стаціонарного польового дослідження, закладеному у 2011 році та розміщеному в Правобережному Лісостепу України з географічними координатами за Гринвічем 48° 46' північної широти і 30° 14' східної довготи (табл. 1).

Таблиця 1. Схема дослідження

| Насиченість добривами 1 га площі сівозміни | Сівозміна | | | |
|--|--|---|---|---|
| | пшениця озима | кукурудза | ячмінь ярий | соя |
| Без добрив (контроль) | – | – | – | – |
| N ₅₅ | N ₇₅ | N ₈₀ | N ₃₅ | N ₃₀ |
| N ₁₁₀ | N ₁₅₀ | N ₁₆₀ | N ₇₀ | N ₆₀ |
| P ₆₀ K ₈₀ | P ₆₀ K ₈₀ | P ₆₀ K ₁₁₀ | P ₆₀ K ₇₀ | P ₆₀ K ₆₀ |
| N ₁₁₀ K ₈₀ | N ₁₅₀ K ₈₀ | N ₁₆₀ K ₁₁₀ | N ₇₀ K ₇₀ | N ₆₀ K ₆₀ |
| N ₁₁₀ P ₆₀ | N ₁₅₀ P ₆₀ | N ₁₆₀ P ₆₀ | N ₇₀ P ₆₀ | N ₆₀ P ₆₀ |
| N ₅₅ P ₃₀ K ₄₀ | N ₇₅ P ₃₀ K ₄₀ | N ₈₀ P ₃₀ K ₅₅ | N ₃₅ P ₃₀ K ₃₅ | N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ |
| N ₁₁₀ P ₆₀ K ₈₀ | N ₁₅₀ P ₆₀ K ₈₀ | N ₁₆₀ P ₆₀ K ₁₁₀ | N ₇₀ P ₆₀ K ₇₀ | N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ |
| N ₁₁₀ P ₃₀ K ₄₀ | N ₁₅₀ P ₃₀ K ₄₀ | N ₁₆₀ P ₃₀ K ₅₅ | N ₇₀ P ₃₀ K ₃₅ | N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ |
| N ₁₁₀ P ₆₀ K ₄₀ | N ₁₅₀ P ₆₀ K ₄₀ | N ₁₆₀ P ₆₀ K ₅₅ | N ₇₀ P ₆₀ K ₃₅ | N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀ |
| N ₁₁₀ P ₃₀ K ₈₀ | N ₁₅₀ P ₃₀ K ₈₀ | N ₁₆₀ P ₃₀ K ₁₁₀ | N ₇₀ P ₃₀ K ₇₀ | N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀ |

Розміщення варіантів у досліді послідовне. Дослід одночасно розгорнутий на чотирьох полях, що дає змогу щорічно отримувати дані врожайності всіх культур 4-пільної польової сівозміни (пшениця озима, кукурудза, ячмінь ярий, соя) і виявляти вплив агрометеорологічних чинників на їх продуктивність та ефективність добрив. Повторення дослідження триразове. Загальна площа дослідної ділянки – 110 м², облікова – 72 м². Фосфорні (суперфосфат гранульований) і калійні добрива (калій хлористий) вносили під зяблевий обробіток ґрунту, азотні (аміачна селітра) – під передпосівну культивування та в підживлення.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі з вмістом гумусу 3,8 %, вміст азоту легкогідролізованих сполук – низький, рухомих сполук фосфору та калію – підвищений, рН_{KCl} – 5,7.

Збирання врожаю зерна проводили прямим комбайнуванням. Нетоварну частину врожаю культур сівозміни (солома, листкостеблова маса) залишали на полі на добриво.

Відбір і підготовку зразків ґрунту для проведення аналізів проводили у відповідності з ДСТУ 4287:2004 і ДСТУ ISO 11464:2007. У відібраних зразках ґрунту визначали: показник рН_{KCl} – згідно ДСТУ ISO 10390:2007; гідролітичну кислотність – згідно ДСТУ 7537:2014; вміст увібраних основ – згідно МВВ 31–497058–007–2005; суму ввібраних основ – згідно з ГОСТ 27821–88; ємність вбирання катіонів ґрунтом – ДСТУ ISO 11260:2001.

Статистичну обробку даних проводили методом дисперсійного аналізу, використовуючи комп'ютерні технології (ПК «Agrostat», MSOfficeExcel).

Результати досліджень та обговорення

Перед закладанням польового досліду в шарі ґрунту 0–20 см показник рН_{KCl} складав 5,7 одиниць, що свідчить про дуже слабкокисло реакцію ґрунтового розчину [2]. Після вирощування сільськогосподарських культур упродовж двох ротацій сівозміни цей показник на контролі (без застосування добрив) зменшився в середньому по чотирьох полях сівозміни до 5,6 одиниць, що характерно для земель, залучених до інтенсивного землеробського використання, і обумовлено вимиванням карбонатів у нижні шари ґрунту та вилученням їх з урожаєм (табл. 2).

У шарі ґрунту 20–40 см на початку досліджень показник рН_{KCl} склав 5,8 одиниць і його зміни під культурами сівозміни були у межах помилки досліду. За тривалого внесення мінеральних добрив простежується тенденція

підкислення ґрунту на 0,1–0,3 одиниці рН_{KCl}, а у деяких варіантах досліду рН_{KCl} був <5,5, що свідчить про слабкокисло реакцію ґрунтового розчину і в подальшому ґрунт буде потребувати проведення підтримувального вапнування. Необхідно також зазначити, що, поряд з дозами мінеральних добрив, із їх видів на кислотність ґрунту найбільш впливали азотні й калійні. За виключенням пшениці озимої, інші культури сівозміни не мали суттєвого впливу на кислотність ґрунту. Більш істотне підвищення кислотності ґрунту в шарі 0–20 см під пшеницеюозимою можна пояснити поверхневим обробітком ґрунту, що зосереджує мінеральні добрива в меншому його об'ємі. Оскільки оптимальний рівень рН для пшениці озимої 6,3–7,5 [3], то ймовірно це є одним із чинників зниження її продуктивності.

Таблиця 2. Обмінна кислотність ґрунту за різногодобрення в сівозміні (середнє за 2016–2018 рр.), рН_{KCl}

| Варіант досліду | Шар ґрунту, см | Культура сівозміни | | | |
|--|----------------|--------------------|-----------|-------------|-----|
| | | пшениця озима | кукурудза | ячмінь ярий | соя |
| Без добрив (контроль) | 0–20 | 5,3 | 5,6 | 5,5 | 5,7 |
| | 20–40 | 5,4 | 5,8 | 5,8 | 5,7 |
| N ₅₅ | 0–20 | 5,2 | 5,6 | 5,5 | 5,6 |
| | 20–40 | 5,3 | 5,8 | 5,7 | 5,8 |
| N ₁₁₀ | 0–20 | 5,1 | 5,5 | 5,4 | 5,6 |
| | 20–40 | 5,3 | 5,6 | 5,7 | 5,7 |
| P ₆₀ K ₈₀ | 0–20 | 5,3 | 5,6 | 5,7 | 5,6 |
| | 20–40 | 5,5 | 5,8 | 5,7 | 5,8 |
| N ₁₁₀ K ₈₀ | 0–20 | 5,1 | 5,5 | 5,6 | 5,6 |
| | 20–40 | 5,3 | 5,6 | 5,7 | 5,7 |
| N ₁₁₀ P ₆₀ | 0–20 | 5,2 | 5,6 | 5,7 | 5,6 |
| | 20–40 | 5,3 | 5,7 | 5,6 | 5,6 |
| N ₅₅ P ₃₀ K ₄₀ | 0–20 | 5,3 | 5,6 | 5,7 | 5,7 |
| | 20–40 | 5,3 | 5,8 | 5,7 | 5,7 |
| N ₁₁₀ P ₆₀ K ₈₀ | 0–20 | 5,1 | 5,5 | 5,6 | 5,5 |
| | 20–40 | 5,3 | 5,6 | 5,6 | 5,6 |
| N ₁₁₀ P ₃₀ K ₄₀ | 0–20 | 5,1 | 5,6 | 5,5 | 5,6 |
| | 20–40 | 5,3 | 5,7 | 5,7 | 5,6 |
| N ₁₁₀ P ₆₀ K ₄₀ | 0–20 | 5,2 | 5,6 | 5,5 | 5,6 |
| | 20–40 | 5,4 | 5,8 | 5,7 | 5,6 |
| N ₁₁₀ P ₃₀ K ₈₀ | 0–20 | 5,2 | 5,5 | 5,5 | 5,6 |
| | 20–40 | 5,4 | 5,6 | 5,7 | 5,6 |
| HIP ₀₅ | 0–20 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,2 |
| | 20–40 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |

Розрахунки показали, що порівняно з ділянками без застосування добрив, внесення 100 кг д. р. мінімальних добрив у варіанті N₁₅₀P₆₀K₈₀ знижує величину показника

рН_{KCl} ґрунту у шарі 0–20 см на 0,03 одиниці (рис.). Незначне зменшення обмінної кислотності ґрунтового розчину в сторону підкислення можна пояснити ще не досить тривалою (8 років) дією

мінеральних добрив, а також поверненням у ґрунт з післязбиральними рештками значної кількості катіонів (кальцію, магнію, калію), які найбільше накопичуються в нетоварній продукції зернових культур [8].

Застосування мінеральних добрив у

сівозміні, поряд з обмінною, змінювало й гідролітичну кислотність ґрунту (табл. 3). Як видно з даних табл. 3, залежно від доз і співвідношень добрив її зміни у шарі ґрунту 0–20 см були у межах від 2,78 смоль/кг перед закладанням дослідів до 4,23 смоль/кг.

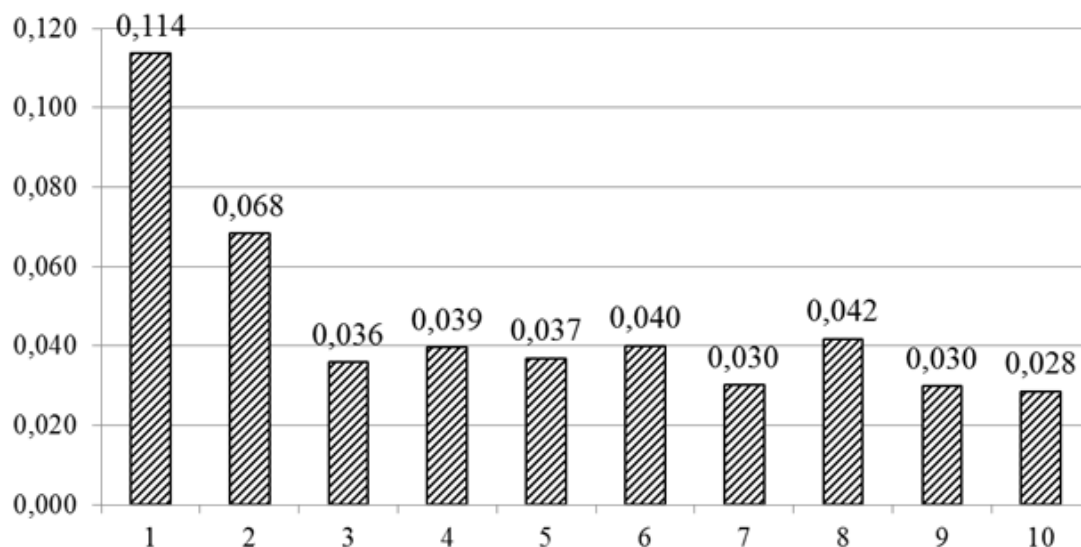


Рис. Зниження показника rH_{KCl} шару ґрунту 0–20 см після внесення 100 кг д. р. мінеральних добрив залежно від доз і співвідношень добрив у польовій сівозміні: 1) N₅₅; 2) N₁₁₀; 3) P₆₀K₈₀; 4) N₁₁₀K₈₀; 5) N₁₁₀P₆₀; 6) N₅₅P₃₀K₄₀; 7) N₁₁₀P₆₀K₈₀; 8) N₁₁₀P₃₀K₄₀; 9) N₁₁₀P₆₀K₄₀; 10) N₁₁₀P₃₀K₈₀

У варіанті дослідів з середньорічним внесенням N₁₅₀P₆₀K₈₀ менша гідролітична кислотність (2,05–2,98 смоль/кг) була в шарі ґрунту 20–40 см. Це пояснюється тим, що цей шар

ґрунту практично не задіяний в обробітку, а генетично він має низьку гідролітичну кислотність, про що свідчить її значення (1,86 смоль/кг) перед закладанням дослідів

Таблиця 3. Зміна гідролітичної кислотності ґрунту за різного удобрення в сівозміні (2018 р., у середньому по 4-х полях), смоль/кг

| Варіант дослідів | Шар ґрунту, см | | Зміна в шарі ґрунту, см | |
|--|----------------|-------|-------------------------|-------|
| | 0–20 | 20–40 | 0–20 | 20–40 |
| Перед закладанням дослідів | 2,78 | 1,86 | – | – |
| Без добрив (контроль) | 2,86 | 1,92 | 0,08 | 0,06 |
| N ₅₅ | 3,03 | 2,05 | 0,25 | 0,19 |
| N ₁₁₀ | 3,42 | 2,43 | 0,64 | 0,57 |
| P ₆₀ K ₈₀ | 3,07 | 2,12 | 0,29 | 0,26 |
| N ₁₁₀ K ₈₀ | 3,73 | 2,66 | 0,95 | 0,80 |
| N ₁₁₀ P ₆₀ | 3,33 | 2,32 | 0,55 | 0,46 |
| N ₅₅ P ₃₀ K ₄₀ | 3,21 | 2,20 | 0,43 | 0,34 |
| N ₁₁₀ P ₆₀ K ₈₀ | 3,83 | 2,78 | 1,05 | 0,92 |
| N ₁₁₀ P ₃₀ K ₄₀ | 3,71 | 2,71 | 0,93 | 0,85 |
| N ₁₁₀ P ₆₀ K ₄₀ | 3,70 | 2,64 | 0,92 | 0,78 |
| N ₁₁₀ P ₃₀ K ₈₀ | 3,84 | 2,81 | 1,06 | 0,95 |
| HIP ₀₅ | 0,21 | 0,19 | | |

Як видно зі схеми досліду, найбільше на підвищення гідролітичної кислотності ґрунту впливало внесення азотних і калійних добрив.

Більш чутливим індикатором підкислення ґрунту є ступінь насиченості його основами [4]. Він відображає відношення між кислотними і основними складовими ґрунту й істотно залежить від доз застосування мінеральних добрив [17].

У формуванні родючості ґрунту важливе значення має вміст у ньому катіонів і співвідношення між ними. Кальцію більше міститься у вегетативних органах рослин, тому, при залишенні на полі нетоварної частини

врожаю, у значній кількості він знову повертається у ґрунт [14].

Вміст кальцію в ГВК має тісний зв'язок з колообігом органічних речовин у ґрунті [18]. Якщо в ґрунт надходить достатня кількість органічних речовин, то відбувається зменшення витрат кальцію і він зв'язується у верхньому шарі ґрунту завдяки утворенню важкорозчинних гуматів [13]. Тому зниження вмісту кальцію в деяких варіантах досліду можна пояснити, поряд з винесенням його врожаєм, окисненням органічних речовин і вимиванням кальцію в нижні шари ґрунту (табл. 4).

Таблиця 4. Вміст увібраних основ у ГВК та їх сума різного удобрення в сівозміні (2018 р., у середньому по 4-х полях), смоль/кг

| Варіант досліду | Шар ґрунту, см | | | | | | | |
|--|----------------|------|------|-------|-------|------|------|-------|
| | 0–20 | | | | 20–40 | | | |
| | Са | Mg | K+Na | Сума | Са | Mg | K+Na | Сума |
| Перед закладанням досліду | 21,12 | 2,96 | 0,72 | 24,80 | 22,04 | 2,99 | 0,75 | 25,78 |
| Без добрив (контроль) | 21,01 | 2,89 | 0,70 | 24,60 | 21,99 | 2,91 | 0,74 | 25,64 |
| N ₅₅ | 20,00 | 2,96 | 0,73 | 23,69 | 21,16 | 2,84 | 0,72 | 24,72 |
| N ₁₁₀ | 19,26 | 2,84 | 0,77 | 22,87 | 19,87 | 2,96 | 0,69 | 23,52 |
| P ₆₀ K ₈₀ | 20,50 | 2,90 | 0,72 | 24,12 | 20,10 | 2,98 | 0,69 | 23,77 |
| N ₁₁₀ K ₈₀ | 18,20 | 2,97 | 0,78 | 21,95 | 19,64 | 2,96 | 0,66 | 23,26 |
| N ₁₁₀ P ₆₀ | 19,60 | 2,97 | 0,71 | 23,28 | 20,57 | 2,93 | 0,71 | 24,21 |
| N ₅₅ P ₃₀ K ₄₀ | 19,11 | 2,94 | 0,76 | 22,81 | 21,01 | 2,89 | 0,69 | 24,59 |
| N ₁₁₀ P ₆₀ K ₈₀ | 18,12 | 2,87 | 0,71 | 21,70 | 20,37 | 2,91 | 0,72 | 24,00 |
| N ₁₁₀ P ₃₀ K ₄₀ | 19,10 | 2,83 | 0,68 | 22,61 | 19,78 | 2,92 | 0,68 | 23,38 |
| N ₁₁₀ P ₆₀ K ₄₀ | 19,24 | 2,86 | 0,72 | 22,82 | 20,10 | 2,85 | 0,73 | 23,68 |
| N ₁₁₀ P ₃₀ K ₈₀ | 18,50 | 2,83 | 0,75 | 21,98 | 20,80 | 2,87 | 0,73 | 24,40 |
| НІР ₀₅ | 1,21 | 0,26 | 0,05 | 1,54 | 1,09 | 0,21 | 0,04 | 1,21 |

Як видно з даних табл. 4, найбільше зниження вмісту кальцію в ГВК пройшло за внесення високих доз азотних і калійних добрив.

Вміст магнію в ГВК був більш стабільним. За високих доз добрив відмічено лише тенденцію до зниження його вмісту. Аналогічними були зміни вмісту суми катіонів К + Na в ГВК.

У шарі ґрунту 20–40 см зміни вмісту катіонів у ГВК були менш значними, але

достовірне зниження їх суми пройшло у варіантах досліду, де вносилися азотні добрива в дозі 150 кг/га д.р., а також на тлі середньорічного внесення в сівозміні лише Р₆₀К₈₀.

Порівняно зі зміною гідролітичної кислотності та вмістом обмінних катіонів у ГВК, ємність вбирання ґрунту змінюється неістотно і знаходиться в межах 26,0–27,7 смоль/кг (табл. 5).

Таблиця 5. Ємність вбирання ґрунту та ступінь насиченості його основами за різного удобрення в сівозміні (2018 р., у середньому по 4-х полях)

| Варіант досліджу | Шар ґрунту, см | | | |
|--|--------------------------------------|-------|---|-------|
| | 0–20 | 20–40 | 0–20 | 20–40 |
| | ємність вбирання ґрунту, смоль/кг | | ступінь насиченості ґрунту основами, % | |
| Перед закладанням досліджу | 27,6 | 27,6 | 89,9 | 93,2 |
| Без добрив (контроль) | 27,5 | 27,7 | 89,6 | 92,6 |
| N ₅₅ | 27,0 | 27,1 | 86,7 | 91,3 |
| N ₁₁₀ | 26,7 | 27,2 | 85,7 | 86,6 |
| P ₆₀ K ₈₀ | 27,2 | 27,2 | 88,8 | 87,4 |
| N ₁₁₀ K ₈₀ | 26,0 | 26,0 | 84,5 | 89,5 |
| N ₁₁₀ P ₆₀ | 26,6 | 26,8 | 87,5 | 90,2 |
| N ₅₅ P ₃₀ K ₄₀ | 26,5 | 27,1 | 86,0 | 90,9 |
| N ₁₁₀ P ₆₀ K ₈₀ | 25,9 | 27,0 | 83,7 | 88,9 |
| N ₁₁₀ P ₃₀ K ₄₀ | 26,3 | 26,3 | 85,9 | 88,9 |
| N ₁₁₀ P ₆₀ K ₄₀ | 26,2 | 26,5 | 87,0 | 89,2 |
| N ₁₁₀ P ₃₀ K ₈₀ | 25,9 | 27,2 | 84,8 | 89,7 |

На думку [6, 14], це пояснюється складом ґрунту і ГВК, а також характером біохімічних циклів у певних ґрунтово-екологічних умовах. Під дією мінеральних добрив відбувається насичення ГВК іонами водню, які витісняють еквівалентну кількість основ. Встановлено [9], що зменшення вмісту гумусу в ґрунті на 0,1 % зменшує ємність вбирання катіонів на 0,3–1,3 смоль/кг залежно від його гранулометричного складу.

Висновки

1. За тривалого застосування мінеральних добрив відмічено тенденцію підкислення ґрунту на 0,1–0,3 од. рН_{KCl} у шарі 0–20 см, що свідчить про необхідність проведення підтримувального вапнування.

2. Застосування мінеральних добрив підвищує гідролітичну кислотність у шарі ґрунту 0–20 см до 3,03–3,84 смоль/кг залежно від варіанту досліджу (за показника перед закладанням досліджу 2,78 смоль/кг).

3. Ступінь насиченості ГВК основами знизився в усіх варіантах досліджу порівняно з вихідним рівнем (93,2 %). Найменше його зниження було на ділянках без добрив – 0,2 % за рік, тоді як у варіанті досліджу зі щорічним внесенням лише азотних добрив (N₅₀) – на 0,7 %.

Це свідчить про потребу проведення підтримувального вапнування в майбутньому.

4. Ємність вбирання ґрунту під впливом удобрення не піддається змінам, тоді як ступінь насиченості основами знизився з 89,9 % до 83,7–88,8 % у шарі ґрунту 0–20 см залежно від варіанту удобрення і з 93,2 % до 86,6–90,9 % у шарі ґрунту 20–40 см.

References

- Balaiev, A. D. & Tonkha, O. L. (2010). Aktualni pytannia zberezhenia yakosti chornozemiv [Topical issues of preserving the quality of chernozem]. *Ahrokhimiia i gruntoznavstvo*, Special issue (2), 170–172 [in Ukrainian].
- Baliuk, S. A., Truskavetskyi, R. S. & Tsapko, Yu. L. (Eds.) (2012). *Khimichna melioratsiia gruntiv (kontsepsiia innovatsiinoho rozvytku)* [Chemical soil reclamation (concept of innovative development)]. Kharkiv : Miskdruk [in Ukrainian].
- Hospodarenko, H. M. (2018). *Ahrokhimiia [Agrochemicals]*. Kyiv: SIK HRUP UKRAINA [in Ukrainian].
- Hospodarenko, H. M. (2002). Osnovni pryntsyipy pobudovy systemy udobrennia v polovii sivozmini [Basic principles of construction of fertilizer system in field crop rotation]. *Ahrokhimiia i gruntoznavstvo*, Special issue (3), 200–203 [in Ukrainian].

5. Hospodarenko, H. M. (2001). Efektyvnist lokalnoho vnesennia dobryv pid yaryi yachmin na chornozemi opidzolenomu [Efficiency of local application of fertilizers under the spring barley on chernozem podzolenom]. *Ahrokhimiia i gruntoznavstvo*, 61, 116–123 [in Ukrainian].
6. Grishina, L. A. & Baranova, T. A. (1990). Vliyaniye kislotnikh osadkov na svoystva pochv lesnykh ekosistem yuzhnoy taygi [Influence of acid sediments on the properties of soils of forest ecosystems of the southern taiga]. *Agrokhimiya*, 10, 121–126 [in Russian].
7. Dotsenko O. V. (2013). Vplyv tryvaloho zastosuvannia dobryv na ahrokhimichni pokaznyky chornozemu typovoho ta efektyvnist resursooshchadnykh system udobrennia [Influence of long-term use of fertilizers on agrochemical indices of typical black soil and efficiency of resource-saving fertilizer systems] (Avtoreferat dysertatsii kandydata silskohospodarskykh nauk). NNTs «Instytut hruntoznavstva ta ahrokhimii imeni O. N. Sokolovskoho», Kharkiv [in Ukrainian].
8. Kanivets, V. I. & Cherstvy, S. M. (2001). Mineralizatsiia ta humifikatsiia roslynnykh reshtok i hnoiu v chornozemi vyluhovanomu lehkosuhlynkovomu [Mineralization and humification of plant remains and manure in chernozem extracted from light-gravel]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 9, 9–12 [in Ukrainian].
9. Kulakovskaya, T. N. (1990). Optimizatsiya agrokhimicheskoy systemy pochvenogo pitaniya rasteniy [Optimization of the agrochemical system of soil nutrition of plants]. Moskva: Agropromizdat [in Russian].
10. Mazur, H. A. (2008). Vidtvorenna i rehuliuвання rodiuchosti lehkykh gruntiv [Reproduction and regulation of the fertility of light soils]. Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].
11. Medvedev, V. V. (2017). Novitni vlastyvoli antropohenno zminenykh gruntiv. Stsenarii evoliutsii gruntovoho pokryvu [New properties of anthropogenically modified soils. Succession scenarios of soil evolution]. Kharkiv: Brovin O. V. [in Ukrainian].
12. Medvedev, V. V. (2002). Monitoring pochv Ukrainy: kontseptsiya, predvaritelnyye rezultaty, zadachi [Monitoring Soil of Ukraine: Concept, Preliminary Results, Objectives]. Kharkov: Antikva [in Russian].
13. Polovyi, V. M. (2007). Optyimizatsiia system udobrennia u suchasnomu zemlerobstvi [Optimization of fertilizer systems in modern agriculture]. Rivne: Volynski oberehy [in Ukrainian].
14. Prokopchuk, I. V. (2003). Efektyvnist vapnuvannia chornozemu opidzolenoho Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy za tryvaloho zastosuvannia dobryv u polovii sivozmini [Efficiency of liming chernozem podzolic of the right-bank forest steppe zone of Ukraine under long-term application of fertilizers in field crop rotation] (Avtoreferat dysertatsii kandydata silskohospodarskykh nauk). NNTs «Instytut hruntoznavstva ta ahrokhimii imeni O. N. Sokolovskoho», Kharkiv [in Ukrainian].
15. Truskavetskyi, R. S. & Tsapko, Yu. L. (2016). Osnovy upravlinnia rodiuchistiu gruntiv [Fundamentals of soil fertility management]. Kharkiv: Brovin O. V. [in Ukrainian].
16. Shevchenko, M. S., Lebid, Ye. M. & Desiatnyk, L. M. (2015). Produktivnist naukovoho obgruntuvannia sivozmin u zoni stepu [Productivity of scientific substantiation of crop rotation in the steppe zone]. *Zemlerobstvo*, 1, 7–13 [in Ukrainian].
17. Shilnikov, A. I. & Lebedeva, L. A. (1987). Izvestkovaniye pochv [Soil liming]. Moskva: Agropromizdat [in Russian].
18. Tyurin, I. V. (1965). Organicheskoye veshchestvo pochvy i ego rol v plodorodii [Soil organic matter and its role in fertility]. Moskva: Nauka [in Russian].