

UDK 631.416.4:631.445.4:631.8

G. M. Gospodarenko, Dr. Sci. (Agric.), Professor**A. V. Nikitina, graduate student***Uman National University of Horticulture**e-mail: oooolga@ukr.net***POTENTIAL POTASSIUM BUFFERING CAPACITY OF PODZOLIC CHERNOZEM AFTER A LONG APPLICATION OF FERTILIZERS**

Abstract. *Potassium function of the soil can be diagnosed most effectively on the basis of a graphic pattern of potassium buffering capacity. Potassium buffering of soils is largely caused by reserves of exchangeable and non-exchangeable forms of potassium. Potassium behavior in the soil is determined by soil buffer mechanisms that can function in two opposite directions – absorption and mobilization by the soil that is transition to the soil solution.*

Research of potassium function of podzolic clay-loam chernozem on loess was carried out after a long (since 1964) fertilizer application in a stationary experiment of Department of Agricultural Chemistry and Soil Science of Uman National University of Horticulture, based on a ten-course field crop rotation deployed in time and space.

With the depth in the soil profile concentration of available potassium decreases (the largest concentration of potassium is observed in the soil layer of 0-20 cm in the experimental variant with the application of triple norm of fertilizers – $N_{135} P_{135} K_{135}$). Buffer capacity of the deficit side also has the highest rates in the upper layer (0–20 cm) of the soil. Manure application improves restoration soil properties in case of its depletion in potassium. Fixing ability of podzolic chernozem increases down the soil profile.

Indicator of buffer asymmetry coefficient (BAC) in the soil layer of 20–60 cm shows the unilateral functioning of potassium buffer mechanisms. The best indicators by the buffer asymmetry coefficient are observed in the variant of organic-mineral fertilizing system (BAC = 0,02).

It is found that in all fertilized plots compared to the control without fertilizers total evaluation indicator of buffering increases significantly.

Systematic application of organic and mineral fertilizers in a crop rotation in norm of 135 kg/ha of K_2O area of the crop rotation significantly improves potassium buffering properties of podzolic clay-loam chernozem providing optimal functioning and self-regulation of its potassium regime.

Keywords: *potassium buffering of soils, buffer capacity, buffer asymmetry coefficient, podzolic chernozem.*

УДК 631.416.4:631.445.4:631.8

Г. Н. Господаренко, доктор с.-г. наук, профессор

О. В. Никитина, аспірант

*Уманський національний університет садівництва
e-mail: oooolga@ukr.net*

ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ БУФЕРНАЯ СПОСОБНОСТЬ ЧЕРНОЗЕМА ОПОДЗОЛЕННОГО ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

Определено потенциальную буферную способность относительно калия чернозема оподзоленного после длительного применения удобрений. Установлено, что систематическое внесение в севообороте органических и минеральных удобрений в норме в пересчете на K_2O 135 кг/га, повышают калий-буферность чернозема оподзоленные тяжелосуглинистого и обеспечивает оптимальное функционирование и саморегулирования калийного режима.

Ключевые слова: *калий-буферность почвы, буферная емкость, коэффициент буферной асимметрии, чернозем оподзоленный*

УДК 631.416.4:631.445.4:631.8

Г. М. Господаренко, доктор с.-г. наук

О. В. Нікітіна, аспірант

*Уманський національний університет садівництва
e-mail: oooolga@ukr.net*

ПОТЕНЦІЙНА КАЛІЙНА БУФЕРНА ЗДАТНІСТЬ ЧОРНОЗЕМУ ОПІДЗОЛЕННОГО ПІСЛЯ ТРИВАЛОГО ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРІВ

Визначено потенційну буферну здатність стосовно калію чорнозему опідзоленого після тривалого застосування добрив. Установлено, що систематичне внесення у сівозміні органічних і мінеральних добрив у нормі в перерахунку на K_2O 135 кг/га, підвищують калій-буферність чорнозему опідзоленого важкосуглинкового та забезпечує оптимальне функціонування і саморегуляції калійного режиму.

Ключові слова. *калій-буферність ґрунту, буферна ємність, коефіцієнт буферної асиметрії, чорнозем опідзолений.*

Основною формою, що відображає рівень забезпеченості ґрунту засвоєваним калієм і характеризує його родючість, вважають обмінний калій, який входить до складу колоїдного комплексу і є безпосереднім джерелом живлення рослин (Кулаковская Т. Н., 1985). Калійну функцію ґрунту найефективніше можна діагностувати на основі побудови графічної моделі калій-буферної здатності. Поняття «буферності» визначає ту частину внутрішнього енергетичного потенціалу ґрунту, яка обумовлює процеси іммобілізації (депонування) і мобілізації

(вивільнення) відповідного елемента родючості (Трускавецький Р. С., 2003)

Проведення термодинамічних досліджень дає можливість отримувати додаткові дані, що підкріплюють результати визначень умісту рухомих елементів живлення та достовірніше характеризують стабільність забезпеченості ґрунту тим чи іншим елементом (Никитина Л. В., 1991).

Калійна буферність ґрунтів у значній мірі обумовлена запасами обмінної і необмінної форм калію. Поведінка калію в ґрунті визначається ґрунтовими буферними механізмами, які можуть функціонувати у двох протилежних – напрямках: поглинанням і мобілізацією ґрунтом, тобто переходу в ґрунтовий розчин. Кожен ґрунт володіє генетично-зумовленою кривою буферності відносно калію і, відповідно, показниками, які характеризують його буферні властивості (Лобова О.В., 2014). Тобто крива буферності відображає динаміку найдоступнішої рослинам частини калію. Відхилення кривої буферності ґрунту від так званої «нуль-буферності» характеризує буферну ємність (Трускавецький Р. С., 2003, Трускавецький Р. С., 2004, 2006, 2007). Показники буферності залежать від генетичної природи ґрунту і характеризують його схильність до окультурювання чи деградації (Трофименко П. І, 2004).

Слід звернути увагу на такий показник буферності, як коефіцієнт асиметрії. Він має важливе агроекологічне значення. Найкраще, коли він низький, а з наближенням до нуля досягається повна симетрія. Тобто, якщо весь депонований ґрунтом чинник буферного механізму, що впливає на його родючість, залишається доступним для рослин, не вимивається і легко переходить у ґрунтовий розчин із депонованих місць при зрушенні калійного потенціалу, то продуктивні функції таких ґрунтів найефективніші. Такі буферні механізми забезпечують стабільність поживного режиму ґрунту (Габріель А. Й., 2008, Цапко Ю.Л., 2011).

Об'єкти і методика досліджень. Дослідження калійної функції чорнозему опідзоленого важкосуглинкового на лесі проводили після тривалого (з 1964 року) застосування добрив у стаціонарному досліді кафедри агрохімії і ґрунтознавства Уманського національного університету садівництва, основою якого є 10-пільна польова сівозмінна, розгорнута в часі й просторі. У сівозміні застосовується мінеральна з внесенням на 1 га сівозміної площі $N_{45}P_{45}K_{45}$; $N_{90}P_{90}K_{90}$ і $N_{135}P_{135}K_{135}$, органічна (Гній 9 т; 13,5 т; 18 т) та органо-мінеральна (Гній 4,5 т + $N_{22}P_{34}K_{18}$; Гній 9 т + $N_{45}P_{68}K_{36}$; Гній 13,5 т + $N_{68}P_{101}K_{54}$) системи удобрення.

Вихідна агрохімічна характеристика орного шару ґрунту: вміст гумусу (за методом Тюріна) – 3,31 %, азоту легкогідролізованих сполук (за методом Тюріна – Конової) – 48 мг/кг, рухомих фосфатів (за методом Труґа) – 150 мг/кг, обмінних сполук калію (за методом Бровкіної) – 90 мг/кг, pH_{KCl} – 6,2, гідролітична кислотність – 2,5 смоль/кг, ступінь насиченості основами – 95 %.

Для вивчення зміни калій-буферності ґрунту під впливом застосування добрив відбирали ґрунтові зразки у варіантах досліді: контролю (без добрив), внесення мінеральних добрив у дозах по 45 та 135 кг/га д.р. N, P_2O_5 , K_2O ; сумісного внесення 13,5 т/га ґною та мінеральних добрив $N_{68}P_{101}K_{54}$.

Зразки ґрунту відбирали та обробляли згідно з ДСТУ 4287–2004 та ДСТУ ISO 11464–2006. Відбір проб кварцового піску виконували згідно з ГОСТ 174301–83 і ГОСТ 174402–84. Визначення калій-буферності проводили згідно з ДСТУ 4375–2005.

Визначали такі основні показники буферної здатності: буферна ємність ґрунту

в додатному (БЄд) і у від'ємному (БЄв) крилах, або інтервалах навантажень, у балах; коефіцієнт буферної асиметрії (КБА) за співвідношення між різницею та сумою названих вище ємностей; загальний оціночний показник буферності – ЗОПБ у балах.

Результати та їх обговорення. Важливе значення для оцінки агроекологічного стану за калійною функцією має так званий «чинник інтенсивності», який визначають за місцезнаходженням на графіку калій-буферності відображувальної точки (ВТ), яка дорівнює від'ємному десятковому логарифму активності іонів калію і характеризує вихідну концентрацію потенційно доступного рослини калію в ґрунті (Габрієль А. Й, 2008 Трускавецький Р.С., Вип. 64)

Найбільша концентрація калію спостерігається в шарі ґрунту 0–20 см у варіанті досліду з внесенням потрійної норми добрив ($N_{135}P_{135}K_{135}$) за органо-мінеральної системи удобрення, яка становить 3,74 одиниці рК. З глибиною по профілю ґрунту концентрація доступного калію знижується (табл.).

Показники калій-буферності чорнозему опідзоленого важкосуглинкового після тривалої (з 1964 р.) застосування добрив у польовій сівозміні, 2015 р.

| Варіант досліду | Шар ґрунту, см | ВТ | Буферна ємність, бали | | КБА | ЗОПБ, бали |
|-------------------------------------|----------------|------|-----------------------|-------|------|------------|
| | | | БЄд | БЄв | | |
| Без добрив | 0–20 | 3,86 | 8,51 | 3,13 | 0,46 | 6,25 |
| | 20–40 | 4,02 | 14,10 | 2,02 | 0,75 | 4,04 |
| | 40–60 | 4,23 | 17,62 | 1,18 | 0,88 | 2,35 |
| $N_{45}P_{45}K_{45}$ | 0–20 | 3,96 | 7,60 | 2,62 | 0,49 | 5,23 |
| | 0–20 | 3,87 | 6,43 | 3,26 | 0,33 | 6,52 |
| | 20–40 | 4,25 | 20,38 | 1,07 | 0,90 | 2,15 |
| $N_{135}P_{135}K_{135}$ | 40–60 | 4,34 | 22,98 | 0,82 | 0,93 | 1,63 |
| | 0–20 | 3,74 | 4,92 | 4,72 | 0,02 | 9,43 |
| | 20–40 | 3,96 | 13,19 | 2,30 | 0,70 | 4,59 |
| Гній 13,5 т + $N_{68}P_{101}K_{54}$ | 40–60 | 4,29 | 19,90 | 10,94 | 0,91 | 1,88 |

Буферна ємність є важливою характеристикою буферної здатності ґрунту. Чим вона більша, тим її, так би мовити важче «вичерпати» і, тим самим зруйнувати внутрішні буферні структури ґрунту, які підтримують «чинник» інтенсивності (у цьому випадку концентрацію калію в ґрунтового розчині). Тобто буферна ємність, як вказує Трускавецький Р. С. (Трускавецький Р. С., 2003) є надійним критерієм характеристики калійної складової як елемента родючості ґрунту.

Відомо, що БЄд характеризує іммобілізаційну або здатність ґрунту акумулювати елемент родючості, у нашому випадку калій, а БЄв – мобілізаційну здатність ґрунту, тобто вивільнювати калій у ґрунтовий розчин і, відповідно, постачати рослинам (Трускавецький Р. С., 2006).

Установлено, що показник БЄв має найбільші значення у верхньому шарі (0–20 см) чорнозему опідзоленого. Внесення добрив у перерахунку на K_2O у кількості 135 кг/га д. р. дещо підвищує цей показник. Найсприятливіший вплив на БЄв мало сумісне застосування органічних і мінеральних добрив. Тобто, внесення гною покращує відновлювальні властивості ґрунту в разі виснаження його на калій. По профілю ґрунту цей показник дещо знизився, але не суттєво.

Позитивне крило буферності характеризує енергію поглинання калію в ґрунтовій системі. Буферна ємність позитивного крила, загалом, у досліджуваних

грунтах значно більша, ніж негативного крила, що свідчить про високу здатність до поглинання (фіксації) ґрунтом іонів калію із ґрунтового розчину. Внесення добрив сприяло зниженню фіксувальної здатності чорнозему опідзоленого, зокрема й за рахунок надходження з добривами калію в рухомій формі. Так, застосування мінеральних добрив у нормі 45 кг/га K_2O знизило БЄд у шарі ґрунту 0–20 см на 0,91 бали, мінеральних добрив у нормі 135 кг/га K_2O – на 2,08 бали, а сумісне внесення органічних і мінеральних добрив у нормі 135 кг/га у перерахунку на K_2O на – 3,59 бали в порівнянні з ділянками, де добрива не вносили.

Установлено, що фіксувальна здатність чорнозему опідзоленого вниз по профілю ґрунту зростає і в шарі ґрунту 40–60 см перевищує аналогічний показник у шарі ґрунту 0–20 см на 9,11–16,55 бали.

Вважається, що фіксований калій слід розглядати як резервний, а не втрачений. Переважно його частина знаходиться в найдоступніших ділянках структур глинистих мінералів, тоді як природний калій, який залишився, накопичується зазвичай на найменш доступних ділянках. Найбільш ймовірно цей механізм такий: калій потрапляє в міжпакетний простір набряклого мінералу наприклад, монтморилоніту, який скорочується під час висушування і при цьому калій стає малодоступним для рослин (Лобова О.В., 2014).

Зворотність процесу поглинання–мобілізації калію ґрунтом оцінюють за допомогою коефіцієнта асиметрії. Як вказує Р. С. Трускавецький (Трускавецький Р. С., 2003), ідеально симетричного зворотного перебігу процесів реально в ґрунтах не існує. Чим ближче коефіцієнт буферної асиметрії до одиниці, тим гірше проявляються буферні механізми ґрунту з погляду доступності елемента живлення рослинам.

Показник КБА в шарі ґрунту 20–60 см свідчить про однобічне функціонування калійних буферних механізмів. Це підтверджується величинами буферних ємностей позитивного і негативного крила, що охарактеризовані нами вище.

У досліджуваних зразках ґрунту КБА зростає вниз по профілю чорнозему опідзоленому. Його максимум спостерігається в шарі ґрунту 40–60 см у варіанті досліду з внесенням потрійної норми мінеральних добрив ($N_{135}P_{135}K_{135}$).

Найкращі показники за коефіцієнтом буферної асиметрії зафіксовано у варіанті органо-мінеральної системи удобрення (КБА=0,02).

Потенційна буферна здатність оцінюється загальним показником буферності (ЗОПБ). Загальна оцінка буферності прямо пропорційна сумарному показнику додатної і від'ємної буферних ємностей та обернено пропорційна коефіцієнту асиметрії (Лобова О.В., 2014).

Установлено, що на всіх удобрених ділянках порівняно з контролем без добрив суттєво підвищується загальний оціночний показник буферності. Найбільше його зростання (до 9,43) спостерігалось у шарі ґрунту 0–20 см у варіанті досліду з внесенням органічних і мінеральних добрив. Цей факт є дуже важливим тому, що режими оптимального функціонування і саморегуляція високобуферних ґрунтів значно стабільніші. З глибиною цей показник знижується.

Висновки. Показано, що висока позитивна буферна ємність є важливою ознакою ґрунту щодо калію, який інтенсивно ним поглинається, але залишається потенційно доступним рослинам.

Систематичне внесення у сівзміні органічних і мінеральних добрив у нормі 135 кг/га K_2O площі сівзміни значно покращує калій-буферні властивості чорнозему опідзоленого важкосуглинкового, що забезпечує оптимальне

функціонування і саморегуляцію його калійного режиму.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

- Кулаковская Т. Н.** Химизация земледелия и расширенное воспроизводство плодородия дерново-подзолистых почв / Т. Н. Кулаковская // *Агрохимия*. – 1985. – № 12. – С. 3–10.
- Kulakovskaya T. N., 1985, “Chemisation agriculture and expanded reproduction of fertility of sod-podzolic soils”, N12, P.3–10.
- Трускавецький Р. С.** Буферна здатність ґрунтів та їх основні функції / Р. С. Трускавецький. – Харків: Нове слово, 2003. – 225 с.
- Truskavetskiy R. S., 2003, “The buffer capacity of soils and their basic functions, Harkiv, Nove slovo”, 225 p.
- Нікітіна Л. В.** Влияние степени насыщения севооборота удобрениями на параметры калієвого состояния дерново-подзолистых почв / Л. В. Нікітіна, М. Ш. Шаймухаметов, Х. А. Бабарина, Н. В. Князева // *Агрохимия*. – 1991. – № 3. – С. 28–34.
- Nikitina L. V., 1991, “Influence of the degree of saturation of crop rotation on the parameters of potash fertilizers condition of sod- podzolic soils”, *Agrokhimiya*, N3, P. 28–34.
- Лобова О.В.** Потенційна буферна здатність буроземних ґрунтів стосовно калію [Електронний ресурс]: Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. – К., – 2014. – № 2 (44). – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Nd_2014_2_8.pdf
- Lobova O.V., 2014, “The potential buffer capacity of brown soil potassium respect”, Kiev, N 2 (44).
- Трускавецький Р. С.** Метод визначення калій-буферності ґрунту / Р. С. Трускавецький, Ю. Л. Цапко, Н. Ф. Чешко. – Харків: Національний центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського», 2004. – 18 с.
- Truskavetskiy R. S., 2004, “The method of determining soil potassium buffering”, Harkiv, National Center “Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry O. N. Sokolovsky”, 18 p.
- Трускавецький Р. С.** Буферні механізми ґрунту: актуальність, стан і перспективи досліджень / Р. С. Трускавецький, Ю. Л. Цапко, Н. Ф. Чешко // *Вісник аграрної науки*. – 2006. – № 6. – С. 27–32.
- Truskavetskiy R. S., 2006, “Buffer mechanisms of soil : the relevance and prospects research”, *Journal of Agricultural Sciences*, N 6, P. 27–32.
- Трускавецький Р. С.** Роль буферних механізмів ґрунту в саморегуляції його родючості / Р. С. Трускавецький, Ю. Л. Цапко, Н. Ю. Соколова // *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування: зб. наук. пр.* – 2007. – Вип. 3 (39), Ч. 1. – С. 398–406.
- Truskavetskiy R. S., 2007, “The role of buffer mechanisms of self-regulation in its soil fertility”, *Bulletin of the National University of Water and Environment*, Vol. 3 (39), Vol.1, P. 398–406.
- Трофименко П. І.** Картографо-аналітична оцінка агроекологічного стану ґрунтового покриву (на прикладі Чернігівщини) – автореферат дис. на здобуття наукового ступеня кандидата с-г наук.: спец. 06.01.03 – агроґрунтознавство і агрофізика/ П. І. Трофименко, – Харків, 2004. – 24с.
- Trofimenko P. I., 2004, “Cartographic and analytical evaluation of agroecological condition of soil (for example Chernigov)”, Author. Dissertation ... candidate agric. Sciences: 06.01.03 – agropedology and argophysics, Harkiv, 24 p.
- Габріель А. Й.** Агроекологічна оцінка калійної функції ясно-сірого лісового поверхневого оглеєного ґрунту / А. Й Габріель, Ю. Л. Цапко, Ю. М. Оліфір, І. І. Петрунів // *Передгірне і гірське землеробство і тваринництво*. – 2008. – Вип. 50. – С. 32–39.
- Gabriel A. J., 2008, Agroecological assessment of potassium features light gray forest gley soil surface, Foothill and mountain agriculture and livestock, Vol. 50, P. 32–39.
- Цапко Ю.Л.** Зміна фосфатної і калійної функції кислого ґрунту залежно від удобрення та вапнування / Ю. Л. Цапко, Н. Ф. Чешко, А. Й. Габріель // *Агроекологічний журнал*. – 2011. – № 2. – С. 44–48.
- Czapko Yu.L., 2011, “Change of phosphate and potash functions depending on the acidic soil fertilization and liming, Agroecology magazine”, N 2, P. 44–48.
- Трускавецький Р.С.** Оціночні показники кислотно-основної буферності ґрунтів / Р. С. Трускавецький, Ю. Л. Цапко // *Агрохімія і ґрунтознавство*. – 2003. – Вип. 64. – С. 12–16.
- Truskavetskiy R. S., 2003, “Assessment of indicators of acid-base buffering soil”, Vol. 64, P.12–16.