

УДК 631.416.4:631.83:631.445.4

**ВПЛИВ ТРИВАЛОГО
ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ НА
ВМІСТ ЛЕГКОРОЗЧИННИХ
СПОЛУК КАЛІЮ В
ЧОРНОЗЕМІ ОПІДЗОЛЕНОМУ**

**Г. М. ГОСПОДАРЕНКО, доктор
с.-г. наук, професор**

**І. В. ПРОКОПЧУК, канд. с.-г. наук,
доцент**

О. В. НІКІТІНА, аспірант

**Уманський національний
університет садівництва, м. Умань**

Досліджено вплив тривалого застосування добрив на вміст легкорозчинних сполук калію в чорноземі опідзоленому та їх міграцію по профілю ґрунту в умовах тривалого стаціонарного дослідження, закладеному в 1964 році. Було встановлено, що застосування різних добрив і систем удобрення забезпечило найвищий вміст легкорозчинних сполук калію в шарі ґрунту 0–20 см, що збільшило вміст сполук цієї форми в 1,8–2,3 рази в порівнянні з неудобреними ділянками. Вплив внесених добрив у нормі 90 кг/га K_2O на вміст легкорозчинних сполук калію спостерігається до глибини 40 см. Оскільки легкорозчинні форми калію найдоступніші для живлення рослин, то системи удобрення повинні базуватися на ступені забезпеченості культур сівозміни цими сполуками. Тому на основі одержаних нових дослідних даних і встановлених кореляційних зв'язків запропоновано градацію забезпеченості культур польової сівозміни легкорозчинними сполуками калію на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України.

Ключові слова: легкорозчинні сполуки калію, чорнозем опідзолений важкосуглинковий, тривале застосування добрив, сівозміна, системи удобрення, метод Дашевського.

Табл.2. Літ.18.

Постановка проблеми. За систематичного застосування добрив у ґрунті проходить низка перетворень, у результаті яких утворюються сполуки, що характеризуються різною його доступністю для рослин. Оскільки перетворення калійних добрив у різних ґрунтово-кліматичних умовах відбуваються неоднаково, тому виникла необхідність вивчити питання зміни вмісту легкорозчинних сполук калію в чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України під впливом систематичного застосування різних норм гною і мінеральних добрив та їх поєднання в польовій сівозміні.

Вивчення калійного фонду ґрунтів проведено в значно меншій мірі, ніж азотного та фосфорного. Це пояснюється високими запасами калію в ґрунті [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Водорозчинний калій складається з різних солей, розчинених у ґрунтовій волозі, які можуть безпосередньо засвоюватися рослинами. Зазвичай уміст калію в такій формі у ґрунті незначний – близько 1/10 від обсягу обмінного.

Це пояснюється тим, що із розчину калій досить швидко поглинається рослинами [4, 15, 18].

Легкорозчинного калію в ґрунтах дуже мало і його концентрація залежить від ступеня насиченості самого ґрунту калієм і від загальної концентрації солей в ґрунтовому розчині [13].

З'являється він у ґрунті головним чином внаслідок хімічного та біологічного впливу на ґрунтові мінерали, а також їх гідроліз. Наприклад, мінерали можуть руйнуватися під дією кореневих виділень, кислих продуктів життєдіяльності мікроорганізмів, в тому числі і азотної кислоти, що накопичується нірифікуючими бактеріями. Частина калію може переходити з обмінного стану в розчин в результаті витіснення його з поглинаючого комплексу різними солями, в тому числі і добривами, що вносять у ґрунт [9].

При внесенні в ґрунт калію з добривами незначна частина його залишається у легкорозчинній формі, а більша кількість переходить у обмінно-поглинутий стан [11]. У деяких ґрунтах водорозчинний калій та калій із внесених добрив може переходити у необмінну форму, в результаті чого знижується його доступність для сільськогосподарських культур [18].

Вміст калію мінеральних солей, що знаходиться в ґрунтовому розчині, не перевищує 50 мг/кг ґрунту. Це в основному солі вугільної, азотної, сірчаної, соляної та інших мінеральних і органічних кислот. Ця форма є найкращим джерелом калію для живлення рослин [8].

Калій ґрунтового розчину знаходиться в іонній формі, а тому в найбільшій мірі схильний до зовнішнього впливу. Він тісно пов'язаний з усім калійним комплексом ґрунту і як «дзеркало» відображає його стан. Калій ґрунтового розчину є безпосереднім джерелом живлення рослин. Його вміст визначають у водній витяжці або в дуже слабких сольових розчинах [14].

Встановлено, що результати аналізу ґрунту за методом Дашевського практично не залежать від вмісту термодинамічно стійких сполук калію. Тому цей метод визначення легкорозчинних сполук калію є універсальним і не потребує введення поправок на негативний вплив тих чи інших властивостей ґрунту [17]. Його вміст також значно менше залежить від генетичної природи ґрунту та неістотно перерозподіляється і по ґрунтовому профілю [16].

Формулювання цілей статті. Визначити вплив тривалого застосування різних норм добрив і систем удобрення в польовій сівозміні на зміну вмісту легкорозчинних форм калію в чорноземі опідзоленому важкосуглинковому.

Виклад основного матеріалу. Об'єктом досліджень був чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі дослідного поля Уманського національного університету садівництва. Стаціонарний дослід закладено в 1964 році. Основою його є 10-пільна польова сівозміна, розгорнута в часі та просторі. Застосовується органічна (Гній 9 т; 13,5 т; 18 т), мінеральна ($N_{45} P_{45} K_{45}$; $N_{90} P_{90} K_{90}$; $N_{135} P_{135} K_{135}$) 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 + $N_{67} P_{102} K_{54}$) системи удобрення. Норми добрив

вказано з розрахунку на 1 га площі сівозміни. Зразки ґрунту відбирали згідно ДСТУ 4287–2004 та ДСТУ ISO 11464–2007. Уміст легкорозчинних сполук калію в ґрунті визначали за методами Дашевського, тобто обробляли його наважку 0,03 % розчином $MgSO_4$. Відомо, що кількість калію, яка вилучається цим розчином, лише частково перевищує вміст калію водорозчинних сполук. Встановлено, що вміст легкорозчинного калію у ґрунті істотно змінювався залежно від норм добрив, але при цьому система удобрення майже не мала впливу.

У варіанті досліду, де добрив не вносили впродовж 50 років, вміст легкорозчинних сполук калію склав 22 мг/кг ґрунту, що пов'язано із засвоєнням калію рослинами та інтенсивним його використанням із обмінних та необмінних форм (табл. 1).

Внесення одинарних норм добрив не сприяло істотному збільшенню вмісту сполук легкорозчинного калію у ґрунті, а застосування подвійних норм добрив за мінеральної та органо-мінеральної систем удобрення сприяло підвищенню його вмісту відповідно в 1,5 та 1,7 рази. Застосування лише гною в нормі 13,5 т/га не мало істотного впливу на цей показник. Найвищим вмістом легкорозчинних сполук калію характеризуються варіанти із застосуванням потрійних норм добрив за усіх систем удобрення (31–51 мг/кг ґрунту), що збільшило вміст сполук цієї форми в 1,8–2,3 рази в порівнянні з неудобреними ділянками. Внесений з добривами калій в основному накопичується в шарі ґрунту 0–40 см, тому й легкорозчинних сполук калію тут більше, ніж у нижніх шарах. Внесення потрійних норм добрив сприяло підвищенню вмісту легкорозчинних сполук калію в шарі ґрунту 20–40 см в 1,9–2,2 рази у порівнянні з неудобреними ділянками.

Таблиця 1

Вплив тривалого удобрення на вміст легкорозчинних сполук калію в ґрунті (2014 р.), мг/кг

Варіант досліду	Шар ґрунту, см				
	0–20	20–40	40–60	60–80	80–100
Без добрив (контроль)	22	20	18	15	15
$N_{45}P_{45}K_{45}$	25	21	19	14	15
$N_{90}P_{90}K_{90}$	34	25	18	16	14
$N_{135}P_{135}K_{135}$	48	38	22	18	14
Гній 9 т	26	23	18	14	14
Гній 13,5 т	31	27	19	15	15
Гній 18 т	39	32	19	14	15
Гній 4,5 т + $N_{22}P_{34}K_{18}$	26	22	20	15	14
Гній 9 т + $N_{45}P_{68}K_{36}$	37	26	20	16	15
Гній 13,5 т + $N_{68}P_{101}K_{54}$	51	43	23	15	15
HP_{05}	3	3	2	2	1

Джерело: Сформовано на основі результатів досліджень

Перевищення оптимального рівня рухомого калію недоцільно, тому що пов'язано з додатковими витратами [3, 5, 12].

Дані з цього питання, що є в літературних джерелах, досить суперечливі. Так, вважають, що для чорноземів оптимальний вміст рухомих сполук калію є як 100–150, так і 200–250 мг/кг ґрунту. Однак цей показник треба визначати за найвибагливішою до калійного живлення культурою польової сівозміни – буряком цукровим [10].

На основі досліджень Г. М. Господаренка в стаціонарному та вегетаційному дослідах було уточнено шкалу забезпеченості рослин калієм для польової сівозміни зерно-бурякового виду на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України (табл. 2) [6].

Дослідженнями встановлена тісна залежність ($R^2=0,81$) між показниками вмісту калію в шарі ґрунту 0–20 см, визначеного за методом Чирикова і Дашевського, яка описується рівнянням регресії

$$Y=0,47x-33,29,$$

де Y – вміст калію в ґрунті, визначений за методом Дашевського,

X – вміст калію в ґрунті, визначений за методом Чирикова.

По профілю ґрунту з глибиною щільність кореляційного зв'язку зменшується.

Оскільки легкорозчинні форми калію найдоступніші для живлення рослин, то системи удобрення повинні базуватися на ступені забезпеченості культур сівозміни цими сполуками. Тому на основі одержаних нових дослідних даних і встановлених кореляційних зв'язків можна запропонувати таку градацію забезпеченості культур польової сівозміни легкорозчинними сполуками калію на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України (табл. 2).

Таблиця 2

Забезпеченість культур польової сівозміни рухомими та легкорозчинними сполуками калію на чорноземі опідзоленому, мг/кг

Ступінь забезпеченості рослин калієм	Градація		
	За методом Чирикова		запропонована за методом Дашевського
	існуюча	запропонована	
Дуже низький	< 20	< 40	< 5
Низький	20–40	40–80	5–15
Середній	40–80	80–120	15–25
Підвищений	80–120	120–160	25–45
Високий	120–180	160–200	45–65
Дуже високий	> 180	> 200	> 65

Джерело: Сформовано на основі результатів досліджень

З даних табл. 2 видно, що навіть за тривалого (50 років) вирощування польових культур без внесення добрив та із застосуванням добрив чорнозем опідзолений мав середній та підвищений вміст легкорозчинних сполук калію в

шарі ґрунту 0–20 см. Лише за орґано-мінеральної системи удобрення з внесенням на 1 га площі сівозміни 135 кг K_2O /га його вміст був високим. Це свідчить про те, що калійна компонента родючості чорнозему опідзоленого, порівняно з фосфатною, важче піддається регулюванню. На нашу думку це можна пояснити як генетичними особливостями мінерального складу ґрунту, так і значним вилученням калію з урожаєм товарної і нетоварної продукції.

В глибших шарах ґрунту вплив добрив на вміст легкорозчинних сполук калію поступово зменшувався, що свідчить про незначну його міґрацію в чорноземі опідзоленому важкосуглинковому. Системи удобрення суттєво впливають на співвідношення різних форм калію в ґрунті й на загальний їх вміст, який значно різниться по його профілю [7].

За даними багаторічних дослідів за систематичного застосування добрив в ґрунтах всіх генетичних типів накопичується певна кількість залишкового калію, який в переважній більшості знаходиться в обмінній формі [13].

Практично на всіх типах ґрунтів калійні добрива, незалежно від дози, підвищують вміст рухомих сполук калію, при чому його накопичення відбувається не лише в орному шарі, але й на глибині 30–50 см і навіть за межами метрового шару [1].

Засвоюючи легкорозчинні сполуки калію з ґрунтового розчину, рослини знижують його концентрацію. Проте ґрунти здатні підтримувати концентрацію калію в розчині на відносно стабільному рівні. Це залежить від запасів рухомих сполук калію у ґрунті та їх рухомості. Із наших досліджень можна зробити висновок, що зі збільшенням норми внесених добрив рухомість сполук калію зростає і по профілю ґрунту цей показник знижується. Так, у варіанті без добрив у шарі ґрунту 0–20 см для того, щоб підвищити вміст легкорозчинних сполук калію на 1 мг/кг ґрунту необхідно підвищити вміст рухомих сполук калію на 5,27 мг/кг. А за внесення потрійних норм добрив цей показник знижується до 3,97–3,27 мг/кг. Вниз по профілю ґрунту спостерігається зниження рухомості сполук калію а глибше 40 см – відсутність впливу норм добрив та систем удобрення.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Підвищення вмісту легкорозчинних сполук калію в ґрунті відбувається лише за внесення подвійних та потрійних норм добрив у польовій сівозміні, тобто більше 90 кг/га д. р. Це пояснюється тим, що культури за високих норм добрив виносять з ґрунту багато калію, який вилучається з ґрунту з товарною і нетоварною продукцією. Вплив внесених добрив на вміст легкорозчинних сполук калію спостерігається до глибини 0–40 см. Лише за внесення 135 кг/га K_2O з добривами спостерігається підвищення його вмісту в шарі ґрунту 40–80 см. При збільшенні дози внесених добрив рухомість калію зростає і він легше переходить у ґрунтовий розчин.

В перспективі буде досліджено і вивчено вплив легкорозчинних сполук калію ґрунту на вміст калію у товарній та нетоварній частинах врожаю.

Список використаних джерел

1. Акулов П. Г. Воспроизводство плодородия и продуктивность черноземов: автореф. дис. на соискание наук. степени докт. с.-х. наук: спец. 06.01.04. / П. Г. Акулов. – М., 1994. – 75 с.
2. Беляев Г. Н. Формы калия в песчаной почве при длительном применении удобрений / Г. Н. Беляев // Почвоведение – 1971. – №1. С. 58–62.
3. Влияние длительного интенсивного применения минеральных удобрений в севообороте на продуктивность культур и продуктивность дерново-подзолистой почвы / Т. И. Иванова, Т. К. Егорова, Р. Н. Кожемякова., И. С. Бабарина // Труды ВИУА. – М., 1983. – Вып. 63. – С. 5–23.
4. Горбунов Н. И. Минерология и физическая химия почв / Н. И. Горбунов. – М.: Наука, 1978. – 186 с.
5. Господаренко Г. М. Агроекономічне обґрунтування рівня застосування добрив у польовій сівозміні / Г. М. Господаренко // Вісник Білоцерківського державного аграрного університету. – Біла Церква, 1999. – Вип. 8. – Ч. 3. – С. 77–78.
6. Господаренко Г. М. Основи інтегрованого застосування добрив / Г. М. Господаренко. – К.: Нічлава, 2002. – 344 с.
7. Лопушняк В. І. Агрохімічні та агроекологічні аспекти систем удобрення в Західному Лісостепу України / В. І. Лопушняк – Львів: Ліґа-прес, 2015.- 217 с.
8. Медведева А. П. К вопросу обеспеченности растений доступным калием / А. П. Медведева // Агрохимия. – 1987. – № 1. – С. 16–17.
9. Минеев В. Г. Агрохимия / В. Г. Минеев. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 486 с.
10. Носко Б. С. Сучасний стан та перспективні напрями досліджень в агрохімії / Б. С. Носко // Матеріали IV з'їзду ґрунтознавців і агрохіміків України. Пленарні доповіді. – Харків, 1994. – С. 3–7.
11. Носко Б. С. Калий в почвах Украины и эффективность калийных удобрений – М., 1995. – 177с.
12. Носко Б. С. Еволюція родючості ґрунту в сучасних умовах / Б. С. Носко // Агрохімія і ґрунтознавство (спецвипуск). – Харків, 1998. – Ч. 1. – С. 5–8.
13. Носко Б. С. Калійні добрива в землеробстві України / Б. С. Носко, В. В. Прокошев. – М.: Міжнародний інститут калію., 1999. – с. 14
14. Прокошев В. В. Место и значение калия в агроэкосистеме / В. В. Прокошев // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Менделеева). – 2005. – №3. – С. 35–43.
15. Пчелкин В. У. Почвенный калий и калийные удобрения / В. У. Пчелкин. – М., Колос, 1966. – 336 с.
16. Турчина К. П. Ступінь рухомості калію та калійний потенціал дерново-глейових карбонатних ґрунтів / К. П. Турчина // Вісник Національного університету водного господарства. – Вип. 2 (58). – 2012. – С. 107–113.

17. Христенко А. А. Использование национальных стандартов для диагностики азотного, фосфатного и калийного состояния почв Украины / А. А. Христенко // Агрохимия. – 2014. - №7. – С. 60–69.

18. Ярошко М. Калій у ґрунті та його роль у живленні рослин / М. Ярошко // Агроном. – 2013. – №4. – С. 22–24.

Список використаних джерел у транслітерації / References

1. Akulov P. G. Vosproizvodstvo plodorodiya i produktivnost chernozemov: avtoref. dis. na soiskanie nauk. stepeni dokt. s.-h. nauk: spets. 06.01.04. / P. G. Akulov. – М., 1994. – 75 s.

2. Belyaev G. N. Formy kaliya v peschanoy pochve pri dlitelnom primenenii udobreniy / G. N. Belyaev // Pochvovedenie. – 1971. – №1. – S. 58–62.

3. Vliyanie dlitel'nogo intensivnogo primeneniya mineralnykh udobreniy v sevooborote na produktivnost kultur i produktivnost dernovo-podzolistoy pochvy / T. I. Ivanova, T. K. Egorova, R. N. Kozhemyakova, I. S. Babarina // Trudy VIUA. – М., 1983. – Vyp. 63. – S 5–23.

4. Gorbunov N. I. Minerologiya i fizicheskaya himiya pochv / N. I. Gorbunov. – М.: Nauka, 1978. – 186 s.

5. Gospodarenko G. M. Agroekonomichne obgruntuvannya rivnya zastosuvannya добрив u poloviy sivozmini / G. M. Gospodarenko // Visnik Bilotserkivskogo derzhavnogo agrarnogo universitetu. – 1999. – Vyp. 8. – Ch. 3. – S. 77–78.

6. Gospodarenko G. M. Osnovy integrovanogo zastosuvannya dobryv / G. M. Gospodarenko. – К.: Nichlava, 2002. – 344 s.

7. Lopushnyak V. I. Agrohimični ta agroekologični aspekti sistem udobreniya v Zahidnomu Lisostepu Ukraїni / V. I. Lopushnyak – Lviv: Liga-pres, 2015. – 217 s.

8. Medvedeva A. P. K voprosu obespechennosti rasteniy dostupnym kaliem / A. P. Medvedeva // Agrohimiya. – 1987. – №1. – S. 16–17.

9. Mineev V. G. Agrohimiya / V. G. Mineev. – М.: Izd-vo MGU, 1990. – 486 s.

10. Nosko B. S. Suchasnyj stan ta perspektyvni napryamky doslidzhen v agrohimiї / B. S. Nosko // Matervalı IV zıyzdu gruntoznavciv i agrohimiķiv Ukraїny. Plenarni dopovidi. – Harkiv, 1994. – S. 3–7.

11. Nosko B. S. Kaliy v pochvah Ukraїni i effektivnost kaliyniyh udobreniy. – М., 1995. – 177 s.

12. Nosko B. S. Evolyuciya rodyuchosti gruntu v suchasnyh umovax / B. S. Nosko // Agrohimiya i gruntoznavstvo (speczvypusk). – Harkiv, 1998. – Ch. 1. – S. 5–8.

13. Nosko B. S. Kalijni dobryva v zemlerobstvi Ukraїny / B. S. Nosko, V. V. Prokoshev. – М.: Mizhnarodnyj instytut kaliyu., 1999. – s. 14.

14. Prokoshev V. V. Mesto i znachenie kaliya v agroekosisteme / V. V. Prokoshev // Ros. him. zh. (Zh. Ros. him. ob-va im. Mendeleeva). – 2005. – №3. – S. 35–43.

15. Pchelkin V. U. Pochvennyiy kaliy i kaliynnye udobreniya / V. U. Pchelkin, 1966. – 366 s.

16. Turchyna K. P. Stupin ruhomostI kaliyu ta kaliynnyj potencial deronovogleyovih karbonatnih gruntiv / K. P. Turchyna // Visnyk Nacionalnogo universytetu vodnogo gospodarstva. – Vyp. 2 (58). –2012. – S. 107–113.

17. Hristenko A. A. Ispolzovanie natsionalnyih standartov dlya diagnostiki azotnogo, fosfatnogo i kaliynogo sostoyaniya pochv Ukrainyi / A. A. Hristenko// Agrohimiya. – 2014. – №7. – S. 60–69.

18. Yaroshko M. Kalij u gunti ta jogo rol u zhyvlenni roslyn / M. Yaroshko // Agronom. – 2013. –№4. – S. 22–24.

АННОТАЦИЯ

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ ЛЕГКОРАСТВОРИМЫХ СОЕДИНЕНИЙ КАЛИЯ В ЧЕРНОЗЕМЕ ОПОДЗОЛЕННОМ / ГОСПОДАРЕНКО Г. Н., ПРОКОПЧУК И. В., НИКИТИНА О. В.

Изучено влияние длительного применения удобрений на содержание легкорастворимых соединений калия в черноземе оподзоленном и их миграцию по профилю почвы в условиях длительного стационарного опыта, заложенном в 1964 году. Было установлено, что применение разных удобрений и систем удобрения обеспечило наивысшее содержание легкорастворимых соединений в слое почвы 0–20 см, что повысило содержание соединений этой формы в 1,8–2,3 раза в сравнении с участками, где удобрения не вносили. Влияние внесенных удобрений в норме 90 кг/га K_2O на содержание легкорастворимых соединений калия наблюдается до глубины 40 см. Поскольку легкорастворимые соединения калия наиболее доступны для питания растений, то системы удобрения должны базироваться на степени обеспеченности культур севооборота этими соединениями. Поэтому на основании полученных данных и установленных корреляционных связей предложено градацию обеспеченности культур полевого севооборота легкорастворимыми соединениями калия на черноземе оподзоленном Правобережной Лесостепи Украины.

Ключевые слова: легкорастворимые соединения калия, чернозем оподзоленный тяжелосуглинистый, длительное применение удобрений, севооборот, системы удобрения, метод Дашевского.

ANNOTATOIN

INFLUENCE OF LONG APPLICATION OF FERTILIZERS ON THE CONTENT OF EASILY SOLUBLE COMPOUNDS OF POTASSIUM IN THE CHERNOZEM PODSOLIC / GOSPODARENKO G. M., PROKOPCHUK I. V., NIKITINA O. V

Influence of long application fertilizers on the contents of easily soluble compounds of potassium in the chernozem podsolic and their migration on a soil profile in the conditions of the long stationary experience (which has been put in

1964), has been studied . It was established that application of different doses and systems of fertilizer assisted in the highest contents of easily soluble compounds of potassium in the layer of earth of 0–20 cm. This increased the content of this form in 1.8–2.3 times in comparison with areas where fertilizers are not made. Effect of fertilizer application rate of 90 kg/ha of K₂O content in the soluble potassium compounds observed to a depth of 40 cm. As easily soluble forms of potassium are the most affordable for feeding plants fertilizer systems should be based on the degree of availability of rotation crops with these compounds. Therefore, based on the obtained new experimental data and determined correlations provision gradation of field rotation crops with easily soluble potassium compounds on podzolic chernozem of Right-Bank Forest-Steppe in Ukraine is proposed.

Keywords: easily soluble compounds of potassium, chernozem podsollic loam, long application of fertilizers, crop rotation, fertilizer systems, method Dashevskiy.