



Землеробство, грунтознавство, агрохімія

УДК 631.82.86.416.1
© 2013

*А.С. Заришняк,
академік НААН*

*В.В. Іваніна,
кандидат сільсько-
господарських наук*

*Інститут
біоенергетичних культур
і цукрових буряків НААН*

*Т.В. Колібабчук,
кандидат сільсько-
господарських наук*

*Верхняцька
дослідно-селекційна
станція ІБКЦБ НААН*

КАЛІЙНИЙ РЕЖИМ ЧОРНОЗЕМУ ОПІДЗОЛЕНОГО ЗА ТРИВАЛОГО УДОБРЕННЯ ЗЕРНО-БУРЯКОВОЇ СІВОЗМІНИ

Показано вплив систем удобрення на калійний режим чорнозему опідзоленого важкосуглинкового за тривалого (20 років) їх використання в умовах зерно-бурякової сівозміни. Установлено, що вміст рухомого калію у верхніх шарах ґрунту за вирощування культур упродовж 20-ти років без унесення добрив залишався стабільним. Тривале застосування мінеральної та органо-мінеральних систем удобрення підвищувало його вміст у ґрунті порівняно з початковим відповідно на 11,7% та 26,5–27,7%.

Ключові слова: калійний режим, чорнозем опідзолений, сівозміна, система удобрення.

Одним із завдань системи удобрення є створення сприятливого для розвитку рослин і стабільного в часі поживного режиму ґрунту. Калій — важливий елемент життєздатності рослин. Він впливає на створення цитоплазматичних структур, посилює ферментативну діяльність, сприяє синтезу простих та високомолекулярних вуглеводнів, вітамінів та ін. [6].

У ґрунті калій представлений мінеральними формами. Його валовий уміст у чорноземних ґрунтах становить 2–2,5% від маси ґрунту, що в 5–50 разів більше, ніж азоту, і 8–40 разів більше, ніж фосфору [1]. Попри високі запаси в ґрунті, лише 0,5–1,2% калію від його валового вмісту перебуває в рухомій формі (водорозчинний та обмінний калій), яка є джерелом живлення рослин.

Ефективним заходом поліпшення калійного режиму ґрунтів є внесення калійних добрив. Ряд досліджень свідчать про те, що формування запасів рухомого калію у ґрунті залежить від норми внесення калійних добрив, текстури та фізико-хімічних властивостей ґрунту, механізмів обміну і трансформації калію в ґрунтовому середовищі [5, 8, 10].

Застосування малих норм калійних добрив на фоні високого вносу призводить до зменшення запасів рухомого калію в ґрунті [3]. Натомість систематичне застосування високих норм органічних і мінеральних добрив сприяє збільшенню водорозчинного та обмінного калію в орному шарі ґрунту [8]. За даними В.М. Якименка [10], збільшення вмісту калію в чорноземі типовому вилугуваному спостерігалось тоді, коли доза внесеного калію становила 75% від його вносу рослинами.

Щодо впливу органічних і мінеральних добрив на формування фонду рухомого калію в ґрунті вчені мають різні думки. Дослідники А.І. Шевченко, А.А. Шевченко [9] перевагу надавали органічним добривам, Г.Д. Рощина, А.М. Пестрякова [7] — мінеральним, в інших дослідженнях найбільшого ефекту досягали за органо-мінеральної системи удобрення [2–5].

Мета досліджень — вивчення впливу традиційних та альтернативних систем удобрення на формування фонду рухомого калію в чорноземі опідзоленому важкосуглинковому і процесі його трансформації за тривалого застосування добрив.

1. Баланс калію в зерно-буряковій сівозміні залежно від системи удобрення сівозміни ВДСС (1987–2009 рр.), кг/га

Варіант	Унесено добрив на 1 га сівозмінної площі	I ротація, 1987–1999 рр.				II ротація, 1997–2009 рр.			
		надійшло в ґрунт, кг/га	винесено з ґрунту, кг/га	баланс, ± кг/га	інтенсивність балансу, %	надійшло в ґрунт, кг/га	винесено з ґрунту, кг/га	баланс, ± кг/га	інтенсивність балансу, %
1	Без добрив (контроль)	7	100	-93	7,0	7	102	-95	6,9
2	N ₅₀ P _{42,5} K ₅₀	57	123	-66	46,3	57	124	-67	45,9
3	N ₅₀ P _{42,5} K ₅₀ + побічна продукція	108	125	-17	86,4	109	129	-20	84,7
5	N ₅₀ P _{42,5} K ₅₀ + 12 т/га гною	129	131	-2	98,5	129	133	-4	96,7
12	12 т/га гною + побічна продукція	121	113	+8	107	125	122	+3	102

Матеріали і методика досліджень. У стаціонарному польовому досліді Верхняцької ДСС впродовж 2-х ротацій (1988–2009 рр.) зерно-бурякової сівозміни вивчали вплив різних систем удобрення на динаміку рухомого калію та його фракційний склад у чорноземі опідзоленому важкосуглинковому.

Агрохімічна характеристика ґрунту: уміст гумусу за Тюрнімом — 3,3–3,6%; гідролітична кислотність за Каппеном — 22–38 мг-екв/кг ґрунту; сума увібраних основ за Каппеном-Гільковіцем — 280–300 мг-екв/кг ґрунту; лужно-гідролізованого азоту за Корнфільдом — 100–120 мг/кг ґрунту; вміст рухомого фосфору та калію за Чиріковим — відповідно 90–140 та 80–110 мг/кг ґрунту.

Чергування культур у зерно-буряковій сівозміні (30% — просапних, 60 — зернових, 20% — кормових): ячмінь+конюшина — конюшина — пшениця озима — буряки цукрові — горох — пшениця озима — кукурудза на зерно — вико-овес — пшениця озима — буряки цукрові.

Площа облікової ділянки — 100 м²; повторність — 3-разова. Агротехніка вирощування культур загальноприйнята для цієї зони.

Мінеральна система удобрення передбачала внесення добрив у нормі N₅₀P_{42,5}K₅₀ на 1 га сівозміни, органо-мінеральна — на фоні мінеральних добрив вносили 12 т гною на 1 га сівозміни або заорювали побічну продукцію культур (солону пшениці озимої та гороху, гичку буряків цукрових, стебла кукурудзи), органічна — поєднане застосування гною і побічної продукції. Форми мінеральних добрив: амонійна селітра, суперфосфат простий гранульований, калій хлористий.

Уміст загального калію в товарній та побічній

продукції рослин визначали в 3-х полях сівозміни. Рослинні зразки спалювали за методом Гінзбург та ін. з наступним визначенням калію на полуменовому фотометрі.

Калій у ґрунті визначали в 2-х полях сівозміни на початок ротації (1988–1989 рр.), кінець I (1998–1999 рр.) та II (2008–2009 рр.) ротацій. Уміст рухомого калію визначали за Чиріковим, фракційний склад — за Пчолкіним.

Результати досліджень. Дослідження показали, що щорічний винос калію у варіанті без добрив становив 101 кг/га, за 2 ротації зерно-бурякової сівозміни відповідно — 2,02 т/га. Систематичне внесення мінеральних та органічних добрив збільшувало винос калію рослинами на 15,8–30,7%. За мінеральної системи удобрення винос калію за 2 ротації сівозміни становив 2,47 т/га, традиційної органо-мінеральної — 2,64, альтернативної органо-мінеральної — 2,54, альтернативної органічної — 2,38 т/га (табл. 1).

За вирощування культур зерно-бурякової сівозміни без внесення добрив з урахуванням основних джерел надходження (насіння, опади) і виносу калію з ґрунту щороку створювався дефіцит калію в системі ґрунт — рослина 94 кг/га, за інтенсивності балансу — 6,8–7%.

Застосування мінеральної системи удобрення (N₅₀P_{42,5}K₅₀ на 1 га сівозміни) зменшувало щорічний дефіцит балансу калію в ґрунті до 67 кг/га, за інтенсивності балансу — до 46,1%.

Екологічно ощадливими були органо-мінеральна та органічна системи удобрення. Унесення 12 т гною + N₅₀P_{42,5}K₅₀ на 1 га сівозміни забезпечило щорічне надходження калію в ґрунт у середньому за 2 ротації 129 кг/га, винос — 132, баланс — -3 кг/га, інтенсивність балансу — 97,6%; альтернативна органо-міне-

2. Вплив тривалого застосування різних систем удобрення на динаміку рухомого калію в чорноземі опідзоленому важкосуглинковому ВДСС (1988–2009 рр.), мг/кг ґрунту

Варіант	Унесено добрив на 1 га сівозміної площі	Шар ґрунту, см					
		0–30	30–40	0–30	30–40	0–30	30–40
		початок ротації, 1988–1989 рр.		кінець I ротації, 1998–1999 рр.		кінець II ротації, 2008–2009 рр.	
1	Без добрив (контроль)	98,2	74,6	89,8	71,5	96,3	73,2
2	N ₅₀ P _{42,5} K ₅₀	99,4	78,2	108	84,9	111	87,3
3	N ₅₀ P _{42,5} K ₅₀ + побічна продукція	98,7	72,8	117	86,1	126	91,7
5	N ₅₀ P _{42,5} K ₅₀ + 12 т/га гною	102	74,6	120	91,4	129	95,8
12	12 т/га гною + побічна продукція	97,3	76,7	118	92,6	129	97,0
	NIP ₀₅	4,2	3,8	4,5	3,9	4,4	4,1
	P%	2,6	2,2	2,4	2,1	1,9	2,0

ральна система (побічна продукція + N₅₀P_{42,5}K₅₀ на 1 га сівозміни) — відповідно 109 кг/га, 127, –19 кг/га та 85,6%.

Найзбалансованишим колообіг калію в агро-екосистемах був за альтернативної органічної системи удобрення (побічна продукція + 12 т гною на 1 га сівозміни). Щорічне надходження калію в ґрунт становило 123 кг/га, винос — 118, баланс — +5 кг/га, інтенсивність балансу — 105%.

На кінець II ротації зерно-бурякової сівозміни дефіцит калію в системі ґрунт — рослина у варіанті без добрив становив 1880 кг/га, за мінеральної системи удобрення — 1330, альтернативної органічно-мінеральної — 370, традиційної органічно-мінеральної — 60 кг/га. Додатний баланс калію склався за альтернативної органічної системи удобрення — +110 кг/га.

Попри те, що показники балансу калію в системі ґрунт — рослина досить різнилися за системами удобрення, уміст рухомого калію в ґрунті залишався відносно стабільним. У варіанті без добрив уміст рухомого калію в орному (0–30 см) шарі ґрунту на фоні дефіциту балансу 930 кг/га зменшився на кінець I ротації до початкового лише на 8,4 мг/кг ґрунту, або 27,7 кг/га. На кінець II ротації на фоні дефіциту балансу 950 кг/га абсолютний уміст рухомого калію в орному шарі збільшився на 6,5 мг/кг ґрунту порівняно з I ротацією (21,5 кг/га) і становив 96,3 мг/кг ґрунту. У підорному (30–40 см) шарі спостерігалася аналогічна тенденція до зменшення вмісту рухомого калію в I ротації на 2,1 і зростання в II — на 1,7 мг/кг ґрунту. Стабілізація фонду рухомого калію в чорноземі опідзоленому важкосуглинковому впродовж 5-ти

ротацій зерно-бурякової сівозміни спостерігалася в дослідженнях Л.І. Мартинович [5]. Очевидно, стабільність фонду рухомого калію у верхніх шарах ґрунту підтримувалася за рахунок високих валових запасів цього елемента, механізмів постійної трансформації його з важкодоступних у рухомі форми та використання кореневою системою рослин калію нижніх горизонтів (табл. 2).

Систематичне використання мінеральних та органічних добрив забезпечило стабільне зростання впродовж 2-х ротацій зерно-бурякової сівозміни вмісту рухомого калію у верхніх шарах чорнозему опідзоленого.

За мінеральної системи удобрення (N₅₀P_{42,5}K₅₀ на 1 га сівозміни) на фоні дефіциту балансу калію 1330 кг/га підвищився вміст рухомого калію в орному шарі ґрунту на кінець II ротації до початкового на 11,7%, підорному — 11,5%. Мінеральні добрива активніше сприяли збільшенню вмісту рухомого калію в ґрунті в I ротації сівозміни. Річне його зростання в I ротації в орному шарі ґрунту становило 2,84, підорному — 0,74; II — відповідно 0,99 та 0,26 кг/га.

Використання органічно-мінеральних систем удобрення мало більш високий стабілізаційний вплив на динаміку рухомого калію в чорноземі опідзоленому. За традиційної системи удобрення (12 т гною + N₅₀P_{42,5}K₅₀ на 1 га сівозміни) підвищився вміст рухомого калію в орному шарі ґрунту на кінець II ротації порівняно з початковим на 26,5%, альтернативної (побічна продукція + N₅₀P_{42,5}K₅₀ на 1 га сівозміни) — 27,7; підорному шарі — відповідно на 28,4 та 26%. Щорічне зростання рухомого калію в орному шарі ґрунту за органічно-мінеральних систем удоб-

3. Форми калію в орному шарі чорнозему опідзоленого важкосуглинкового після тривалого (20 років) застосування добрив (2008–2009 рр.), мг/кг ґрунту

Варіант	Унесено добрив на 1 га сівозмінної площі	Форма калію			
		водорозчинна	обмінна	необмінна	сума
1	Без добрив (контроль)	9,2	163	657	829
2	N ₅₀ P _{42,5} K ₅₀	11,4	177	673	861
3	N ₅₀ P _{42,5} K ₅₀ + побічна продукція (N ₅₀ P _{42,5} K ₅₀)	13,3	190	725	928
5	N ₅₀ P _{42,5} K ₅₀ + 12 т/га гною	14,0	195	738	947
12	12 т/га гною + побічна продукція (N ₅₀ P _{42,5} K ₅₀)	13,8	197	753	964
	НІР ₀₅		0,4	6,4	20,8
	Р%		1,8	2,2	2,7

рення в I ротатії становило 5,94–6,04 кг/га, підорному — 1,85–1,46; II — відповідно 2,97–2,99 та 0,48–0,62 кг/га. При цьому альтернативна орнано-мінеральна система з дефіцитом калію в агроecosистемах за період 2-х ротатій 370 кг/га мала такий самий стабілізаційний вплив на вміст рухомого калію у ґрунті, як і традиційна система з дефіцитом калію 60 кг/га.

Досить ефективною щодо поліпшення калійного режиму чорнозему опідзоленого була альтернативна органічна система удобрення (побічна продукція + 12 т гною на 1 га сівозміни). За її застосування вміст рухомого калію в орному шарі ґрунту на кінець II ротатії збільшився до початкового на 32,6%, підорному — 26,5% і становив відповідно 129 і 97 мг/кг ґрунту. Щорічне зростання рухомого калію в орному шарі ґрунту в I ротатії становило 6,83 кг/га, II — 3,63; підорному — відповідно 1,75 та 0,48 кг/га.

Отже, орнано-мінеральні системи удобрення впродовж тривалого їх використання забезпечували сприятливіші параметри показників вмісту рухомого калію ґрунту порівняно з мінеральною системою удобрення. На кінець II ротатії зерно-буракової сівозміни за мінеральної системи удобрення вміст рухомого калію в орному шарі ґрунту збільшився порівняно з варіантом без добрив у 1,15 раза, традиційної орнано-мінеральної — 1,34, альтернативної орнано-мінеральної — 1,31, альтернативної органічної — 1,34 раза; у підорному шарі — відповідно в 1,19, 1,31, 1,25 та 1,33 раза.

Важливу роль у підтриманні високого рівня забезпечення рослин калієм відіграють процеси його трансформації в ґрунті. За результата-

ми вивчення форм калію в орному (0–30 см) шарі ґрунту на кінець II ротатії зерно-буракової сівозміни, у варіанті без добрив сумарний вміст калію в рухомій та необмінній формах становив 829 мг/кг ґрунту, зокрема, водорозчинний — 1,1%, обмінний — 19,7, необмінний — 79,2% (табл. 3).

За тривалого застосування мінеральних добрив (N₅₀P_{42,5}K₅₀ на 1 га сівозміни) вміст суми фракцій калію порівняно з контролем збільшувався на 32 мг/кг ґрунту, або 3,9%. Вміст водорозчинного калію збільшився на 1,2 мг/кг ґрунту, обмінного — 14, необмінного — 16 мг/кг ґрунту. Це є свідченням того, що використання мінеральних добрив зумовлює створення стійкої рівноваги процесів обміну калію між рухомою та необмінною його фракціями в ґрунті.

Застосування орнано-мінеральних систем удобрення сприяло подальшому поліпшенню калійного режиму чорнозему опідзоленого. Вміст суми фракцій калію в ґрунті збільшився порівняно з контролем на 99–118 мг/кг ґрунту, або 11,9–14,2%. При цьому калій швидшими темпами накопичувався в необмінній формі. Темпи зростання необмінного калію в ґрунті були в 2,5 раза вищими, ніж рухомого. За альтернативної орнано-мінеральної системи удобрення вміст водорозчинного калію збільшився порівняно з контролем на 4,1 мг/кг ґрунту, обмінного — 27, необмінного — 68 мг/кг ґрунту; традиційної — відповідно на 4,8, 32 та 81 мг/кг ґрунту.

Найвищим вміст суми фракцій спостерігався за альтернативної органічної системи удобрення — 964 мг/кг ґрунту, що порівняно з контролем було на 16,3% більше. За внесення

органічних добрив на кінець II ротації калій концентрувався переважно в необмінній фракції,

що становило 753 мг/кг ґрунту, або 78,1% від суми фракцій.

Висновки

Уміст рухомого калію в чорноземі опідзоленому важкосуглинковому за тривалого (20 років) використання в умовах зерно-бурякової сівозміни без унесення добрив залишався відносно стабільним. На кінець II ротації він зменшився порівняно з початковим в орному (0–30 см) шарі на 1,9, підорному (30–40 см) — 1,4 мг/кг ґрунту.

Застосування мінеральних та органічних добрив сприяло підвищенню вмісту рухомого калію у верхніх шарах ґрунту. На кінець II ротації зерно-бурякової сівозміни його вміст в орному шарі ґрунту підвищився порівняно з початковим за мінеральної системи удобрення на 11,7%, традиційної орґано-мінеральної — 26,5, альтернативної орґано-мінеральної — 27,7, альтернативної орґанічної — 32,6; підорному шарі — відповідно на 11,5%, 28,4, 26 та 26,5%.

Тривале використання мінеральних добрив ($N_{50}P_{42,5}K_{50}$ на 1 га сівозміни) забезпечило рівномірне збільшення вмісту калію в рухомій та необмінній фракціях в орному (0–30 см) шарі відповідно на 15,2 та 16 мг/кг ґрунту.

Застосування орґано-мінеральних систем удобрення сприяло більшому накопиченню калію в необмінній фракції.

Порівняно з контролем без добрив уміст необмінного калію в орному шарі чорнозему опідзоленого на кінець II ротації зерно-бурякової сівозміни був в 2,5 рази більшим, ніж рухомого.

Бібліографія

1. *Агрoхимия*/Б.А. Ягодин, П.М. Смирнов, А.В. Петербургский и др.; под ред. Б.А. Ягодина. — [2-е изд.]. — М.: Агропромиздат, 1989. — 639 с.
2. *Господаренко Г.М.* Основи інтегрованого застосування добрив (монографія)/Г.М. Господаренко. — К.: Неглава, 2002. — 342 с.
3. *Дегодюк Е.Г.* Регулювання калійного режиму ґрунтів/Е.Г. Дегодюк, Л.І. Никифоренко, В.І. Гамалей/Вирощування екологічно чистої продукції рослинництва. — К.: Урожай, 1992. — С. 114–122.
4. *Зміна агрохімічних показників чорнозему вилугуваного залежно від довготривалого застосування добрив у Лісостепу*/[Я.П. Цвей, В.В. Іваніна, Ю.О. Ременюк та ін.]/Вісн. аграр. науки. — 2012. — № 7. — С. 11–15.
5. *Мартынович Л.И.* Влияние 50-летнего применения органических и минеральных удобрений на плодородие чернозема оподзоленного Центральной Лесостепи Правобережной УССР. Сообщ. 4. Влияние систематического применения удобрений на калийный режим почвы в зерно-свекловичном севообороте/Л.И. Мартынович, Н.Н. Мартынович//Агро-

химия. — 1992. — № 6. — С. 23–28.

6. *Петербургский А.В.* Агрoхимия и физиология питания растений/А.В. Петербургский. — М.: Россельхозиздат, 1981. — 184 с.

7. *Рощина Г.Д.* Изменение агрохимических свойств темно-серой лесной почвы при различных системах применения удобрений в полевом севообороте/Г.Д. Рощина, А.М. Пестряков//Агрoхимия. — 1983. — № 9. — С. 90–94.

8. *Цвей Я.П.* Особенности влияния системы удобрения цукрових буряків на фонд обмінного калію чорнозему вилугуваного/Я.П. Цвей, Г.М. Мазур//Агроекол. журн. — 2001. — № 1. — С. 55–57.

9. *Шевченко А.І.* Агрoхімічні властивості чорнозему та врожай і якість зерна озимої пшениці в умовах тривалого застосування добрив/А.І. Шевченко, А.А. Шевченко//Вісн. с.-г. науки. — 1978. — № 4. — С. 5–8.

10. *Якименко В.Н.* Эффективность калийных удобрений на почвах с различной обеспеченностью калием/В.Н. Якименко//Агрoхимия. — 1995. — № 12. — С. 71–75.

Надійшла 15.03.2013.