

ТРАНСФОРМАЦИЯ КАЛИЙНОГО СОСТОЯНИЯ ПЕСЧАНЫХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ РАЗНОГО ГЕНЕЗИСА В ПРОЦЕССЕ ОКУЛЬТУРИВАНИЯ

Воробьёв Вячеслав Анатольевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Химия, агрохимия и агроэкология»

Гаврилова Галина Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Химия, агрохимия и агроэкология»

ФГБОУ ВО Великолукская ГСХА

182112, Псковская область, г. Великие Луки, пр-т Ленина, д.2; тел.: 8(81153)7-28-51, ftga@vgsa.ru

Ключевые слова: песчаная почва, водорастворимый калий, подвижный калий, необменный калий, валовой калий

Изучение калийного состояния песчаных дерново-подзолистых почв проводили в Псковской области с использованием сравнительно-генетического метода исследований. По результатам исследований установлено, что песчаные дерново-подзолистые почвы характеризуются невысокими валовыми запасами калия – на уровне 1,3-1,4 %, и этот показатель не зависит от карбонатности пород. Отмечено закономерное снижение содержания этой формы калия с глубиной – в среднем с 13533 мг/кг в верхнем горизонте до 10053 мг/кг в материнской породе. На стадии хорошей окультуренности выявлено увеличение запасов валового калия на 6,4 % у обычной и 9 % у остаточно-карбонатной почвы. Содержание водорастворимого калия у целинной и слабоокультуренной почв низкое и составляет: у обычной почвы – 8-10 мг/кг, у остаточно-карбонатной – 15-22 мг/кг. В процессе окультуривания этот показатель увеличился в 8,2-10,3 раза у обычной почвы и в 3,3-4,9 раза у остаточно-карбонатной. Целинные песчаные почвы характеризовались низким содержанием подвижного калия – на уровне 45 - 49 мг/кг. Но уже на стадии слабой окультуренности отмечено увеличение содержания подвижного калия на 30-51 мг/кг. У хорошо окультуренной обычной почвы содержание подвижного калия увеличилось в 6,9 раза по сравнению с целинными аналогами и в 4,1 раза по сравнению со слабоокультуренной почвой. У остаточно-карбонатной хорошо окультуренной почвы эти показатели изменились в 4,5 и 2,2 раза соответственно. Содержание необменного калия в песчаных почвах характеризовалось как низкое независимо от степени окультуренности и составило 155-405 мг/кг. Окультуривание положительно сказалось на динамике накопления необменного калия. Так, хорошо окультуренная обычная песчаная почва содержала в 2,2 раза больше необменного калия, чем соответствующий целинный аналог, и на 91 % больше, чем слабоокультуренная почва. У остаточно-карбонатной почвы эти показатели составили 2,6 и 2,5 раза соответственно.

Введение

Калий является одним из основных элементов питания сельскохозяйственных культур [1]. Дерново-подзолистые почвы содержат значительное количество валовых запасов этого элемента по сравнению с азотом и фосфором [2, 3, 4]. Однако доля доступных форм калия незначительна и, как правило, составляет не более 1-2 % от его общего содержания, что является недостаточным для питания растений. Весьма остро проявляется проблема калийного питания на лёгких дерново-подзолистых почвах, осо-

бенно песчаного гранулометрического состава. Процессы окультуривания генетически бедных дерново-подзолистых почв способствуют и оптимизации калийной составляющей почвенного плодородия [5, 6, 7, 8]. Но направленность этих процессов в различных почвах идёт по-разному, и относительно медленно оптимизируется калийное состояние песчаных почв.

Целью нашего исследования являлось изучение трансформации всех форм почвенного калия под влиянием окультуривания обычной и остаточно-карбонатной песчаных дерново-под-

Таблица 1

Гранулометрический состав почвы гумусового (пахотного) горизонтов

№ разрез	Содержание фракций (размер частиц, мм), %						
	1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	менее 0,001	менее 0,01
1	27,5	65,5	2,1	1,5	0,6	2,8	4,9
1а	27,5	64,0	2,7	1,8	1,1	2,9	5,8
1б	26,9	63,0	3,1	2,2	1,7	3,1	7,0
2	19,0	60,2	11,9	3,0	2,5	3,4	8,9
2а	20,1	58,2	11,3	2,9	2,5	3,0	8,4
2б	19,5	60,4	11,0	3,2	2,6	3,3	9,1

Таблица 2

Агрохимические свойства почвы гумусового (пахотного) горизонтов

№ разрез	Гумус, %	pH _{KCl}	Hг	S	V, %	P ₂ O ₅	K ₂ O
			мМ/100 г			мг/кг	
1	0,70	3,74	2,91	1,10	27	90	45
1а	0,54	5,08	1,82	1,80	50	105	75
1б	1,64	6,55	1,40	6,10	81	2350	310
2	1,65	5,21	1,40	5,94	81	254	49
2а	1,18	5,44	0,88	11,0	93	226	100
2б	1,96	6,94	0,45	9,90	96	1000	220

золистых почв.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований являлись целинные, слабо- и хорошо окультуренные обычные почвы песчаного гранулометрического состава, сформированные на озёрноледниковом песке, и такие же аналоги, но остаточного-карбонатные, образовавшиеся на карбонатном моренном песке.

Для оценки параметров трансформации калийного состояния песчаных дерново-подзолистых почв в процессе окультуривания был использован сравнительно-генетический метод исследования. Согласно ему, получение необходимой информации обеспечивается изучением серии почвенных разрезов, закладываемых в близких геоморфологических условиях.

Разрезы № 1, № 1а, № 1б относятся к дерново-подзолистым обычным песчаным соответственно целинным, слабоокультуренным и хорошо окультуренным почвам, сформированным на озёрноледниковом песке; разрезы № 2, № 2а, № 2б – к дерново-подзолистым остаточного-карбонатным песчаным соответственно целинным, слабоокультуренным и хорошо окультуренным почвам, образовавшимся на карбонатном моренном песке.

Гранулометрический состав исследуемых

почв приведён в таблице 1, а их агрохимическая характеристика – в таблице 2.

Для характеристики трансформационных процессов калийного состояния песчаных дерново-подзолистых почв в отобранных с каждого почвенного горизонта образцах определяли: гранулометрический состав – по Качинскому, валовой калий – пламеннофотометрически после спекания по Бурьянову, необменный калий – по Пчёлкину, подвижный калий – по Кирсанову в модификации ЦИНАО, водорастворимый калий – по Дашевскому.

Результаты исследований

Результаты исследований показали, что песчаные дерново-подзолистые почвы характеризуются невысокими валовыми запасами калия – на уровне 12930-14090 мг/кг, или 1,29-1,41 % независимо от их генезиса (табл. 3, 4). Кроме того, у всех почв установлено закономерное снижение содержания этой формы калия с глубиной в среднем с 13533 мг/кг в верхних горизонтах до 10763 мг/кг в материнской породе у обычных песчаных почв и с 13363 мг/кг до 10053 мг/кг соответственно у остаточного-карбонатных песчаных почв.

На стадии хорошей окультуренности выявлено увеличение запасов валового калия на 6,4 % у обычной и 9 % у остаточного-карбонатной

Таблица 3

Групповой состав почвенного калия в зависимости от окультуренности песчаной дерново-подзолистой обычной почвы

Горизонт	Глубина, см	Содержание K ₂ O, мг/кг					К подв К вал	К вод К подв
		валовой	водораст- воримый	подвижный	необменный	силикатов		
Целинная лесная песчаная почва								
A ₁	2-18	13220	8	45	174	13001	0,003	0,18
A ₂ B	30-40	12990	5	30	170	12790	0,002	0,17
B	70-80	10810	4	18	133	10659	0,002	0,22
C	130-140	10950	4	18	128	10804	0,002	0,22
Слабоокультуренная песчаная почва полевого севооборота								
A _{пах}	0-20	13310	10	75	202	13033	0,006	0,13
A ₂ B	30-40	12840	7	60	183	12597	0,005	0,12
B	70-80	11050	5	53	140	10857	0,005	0,09
C	130-140	10540	4	56	142	10342	0,005	0,10
Хорошо окультуренная песчаная почва прифермского севооборота								
A _{пах}	0-24	14070	82	310	386	13374	0,022	0,26
A ₂ B	35-45	13110	22	225	295	12590	0,017	0,10
B	90-100	11190	15	174	154	10862	0,016	0,09
C	135-145	10800	10	94	133	10573	0,009	0,08

почвы.

Целинные и слабоокультуренные обычные песчаные почвы содержали в верхнем горизонте незначительное количество водорастворимого калия (наиболее доступной и непосредственно участвующей в питании растений формы) – 8-10 мг/кг. В почве, сформированной на карбонатной морене, запасы этой формы калия были выше в 1,9-2,2 раза, но, тем не менее, находились на низком уровне.

На стадии хорошей окультуренности содержание водорастворимого калия у обычной почвы увеличилось в 10,3 раза по сравнению с целинным аналогом и в 8,2 раза по сравнению со слабоокультуренной почвой. У хорошо окультуренной остаточно-карбонатной почвы этот показатель изменялся соответственно в 4,9 и 3,3 раза.

Целинные песчаные почвы характеризовались и низким содержанием подвижного калия – на уровне 45-49 мг/кг. Однако даже на стадии слабой окультуренности отмечено увеличение содержания подвижного калия на 30 мг/кг у обычной и на 51 мг/кг у остаточно-карбонатной почвы.

Хорошо окультуренная обычная песчаная почва по содержанию подвижного калия

относится к 6 группе – почвы с очень высоким содержанием калия. Здесь увеличение запасов подвижного калия по сравнению с целинным аналогом произошло в 6,9 раза, по сравнению со слабоокультуренным – в 4,1 раза. Отмечено и интенсивное накопление подвижного калия не только в подпахотном слое, но и в горизонте В.

Увеличение содержания подвижного калия в остаточно-карбонатной песчаной почве было несколько меньшим по сравнению с обычной, но, тем не менее, его содержание стало оптимальным и соответствует 5 группе – почвы с высоким содержанием калия. Не отмечено выявленного у обычной песчаной почвы закономерного увеличения содержания подвижного калия с глубиной. Вероятная причина этого – низкие, по сравнению с обычной почвой, объемы применения минеральных калийсодержащих удобрений и более высокий вынос K₂O с урожаями на приусадебном участке. И все же, содержание подвижного калия у хорошо окультуренной остаточно-карбонатной почвы увеличилось по сравнению с целинной почвой в 4,5 раза, по сравнению со слабоокультуренным аналогом – в 2,2 раза.

Содержание в песчаных почвах потенциально доступной растениям необменной формы

Таблица 4

Групповой состав почвенного калия в зависимости от окультуренности песчаной дерново-подзолистой остаточно-карбонатной почвы

Горизонт	Глубина, см	Содержание K ₂ O, мг/кг					К подв К вал	К вод К подв
		валовой	водорастворимый	подвижный	необменный	силикатов		
Целинная лесная песчаная почва (остаточно-карбонатная)								
A ₁	3-12	12930	15	49	155	12726	0,004	0,31
A ₂ B	15-25	11880	15	58	145	11677	0,005	0,26
B	60-70	10740	6	31	133	10576	0,003	0,20
C _{Ca}	110-120	9990	5	17	139	9834	0,002	0,29
Слабоокультуренная песчаная почва (остаточно-карбонатная) полевого севооборота								
A _{пах}	0-16	13070	22	100	160	12810	0,008	0,22
A ₂ B	30-40	12050	12	31	142	11877	0,003	0,39
B	70-80	11120	6	31	140	10949	0,003	0,19
C _{Ca}	110-120	10010	6	17	128	9865	0,002	0,35
Хорошо окультуренная песчаная почва (остаточно-карбонатная) приусадебного участка								
A _{пах}	0-22	14090	73	220	405	13465	0,016	0,33
A ₂ B	30-40	12960	20	79	271	12610	0,007	0,25
B	70-80	11350	11	62	166	11122	0,005	0,18
C _{Ca}	110-120	10160	7	31	147	9982	0,003	0,23

калия можно охарактеризовать как низкое независимо от степени окультуренности – на уровне 155-405 мг/кг. И у обычной, и у остаточно-карбонатной почвы прослеживается снижение его содержания с глубиной, что не характерно для суглинистых почв.

Обычная песчаная слабоокультуренная почва содержала необменного калия на 16 % больше, чем целинная, в то время как у целинной и слабоокультуренной остаточно-карбонатных почв содержание этой формы калия было примерно одинаковым.

Окультуривание положительно сказывается на динамике накопления необменного калия. Так, хорошо окультуренная обычная песчаная почва содержала в 2,2 раза больше необменного калия, чем соответствующий целинный аналог, и на 91 % больше, чем слабоокультуренная почва. У остаточно-карбонатной почвы эти показатели составили 2,6 и 2,5 раза соответственно.

У песчаных дерново-подзолистых почв выявлено независимо от генезиса увеличение степени подвижности калия при окультуривании.

Выводы

Таким образом, установлено, что содержание всех форм калия в песчаных дерново-

подзолистых почвах низкое независимо от их генезиса. При окультуривании таких почв происходит значительная оптимизация калийного состояния. При этом у остаточно-карбонатной песчаной почвы содержание водорастворимого калия увеличивается в 4,9 раза по сравнению с целинной и 3,3 раза – со слабоокультуренной почвой, подвижного калия – 4,4 и 2,2 раза, необменного – 2,6 раза. У обычной песчаной почвы эти изменения составили соответственно 10,3 - 8,2; 6,9 - 4,1; 2,2 - 1,6 раза.

Библиографический список

1. Воробьев, Вячеслав Анатольевич. Роль калия почвы и удобрений на дерново-подзолистых почвах разной окультуренности в условиях Северо-Запада РФ: дис. ... канд. сельскохозяйственных наук: 06.01.04 / В.А. Воробьев. - Великие Луки, 2001. - 141 с.
2. Изменение калийного состояния хорошо окультуренной дерново-подзолистой почвы при применении калий-дефицитной системы удобрения / А.И. Иванов, И.А. Иванов, В.А. Воробьев, Е.Г. Лямцева // Агрохимия. - 2009. - № 4. - С. 21 - 26.
3. Иванов, А.И. Ёмкостно-энергетическая оценка калийного состояния окультуренной

дерново-подзолистой почвы / А.И. Иванов, В.А. Воробьев, Е.Г. Лямцева // Плодородие. - 2009. - № 4. - С. 23 - 25.

4. Якименко, В.Н. Изменение содержания форм калия в гранулометрических фракциях некоторых автоморфных почв в агроценозе / В.Н. Якименко // Агрохимия. - 2001. - № 6. - С. 11 - 16.

5. Воробьев, В.А. Деградация агрохимических свойств пахотных почв Псковской области / В.А. Воробьев // Гумус и почвообразование. - СПб.: СПбГАУ, 2004. - С.169 - 171.

6. Воробьев, В.А. Агрохимические свойства пахотных дерново-подзолистых почв Псковской области / В.А. Воробьев, Г.В. Гаврилова // Научно-обоснованные системы земледелия:

теория и практика. Материалы международной научно-практической конференции. – Ставрополь: «Параграф», 2013. - С. 40 - 42.

7. Никитина, Л.В. Обменный калий и его подвижность в дерново-подзолистых почвах разного гранулометрического состава / Л.В. Никитина, В.А. Романенков, М.П. Листова // Плодородие. - 2014. - № 5. - С.18 - 21.

8. Воробьев, В.А. Значение калия почвы и удобрений в условиях разной окультуренности почв дерново-подзолистого типа / В.А. Воробьев // Наука и передовой опыт - аграрному производству. Сборник научных трудов Великолукской ГСХА. - Великие Луки: Великолукская ГСХА, 2002. - Выпуск 1, часть 1. - С. 47 - 58.

TRANSFORMATION OF POTASSIUM STATE OF SANDY SOD-PODZOLIC SOILS OF DIFFERENT GENESIS IN CULTIVATION PROCESS

V.A. Vorobiev,
G.V. Gavrilova

FSBEI HE Velikiye Luki SAA

182112, Псковская область, г. Великие Луки, пр-т Ленина, д.2; тел.: 8(81153)7-28-51, ftga@vqsa.ru

Key words: sandy soil, water-soluble potassium, mobile potassium, fixed potassium, gross potassium.

The study of potassium state of sandy sod-podzolic soils was carried out in Pskov region using a comparative genetic method of research. According to the results of the research, it is stated that sandy sod-podzolic soils are characterized by low gross potassium stock – it ranges in the limits of 1,3 – 1,4% and this index does not depend on the carbonate content of rocks. A regular decrease in the content of this form of potassium with depth was noted, on average from 13533 mg / kg in the upper horizon to 10053 mg / kg in maternal rock. At the stage of good cultivation, an increase in the stocks of gross potassium by 6,4% in ordinary and by 9% in residual-carbonate soil was revealed. The content of water-soluble potassium in unbroken and poorly cultivated soils is low: in ordinary soils it is 8-10 mg / kg, in residual-carbonate soil it is 15-22 mg / kg. In the process of cultivation, this parameter increased by 8,2 – 10,3 times in ordinary soils and by 3,3 – 4,9 times in residual carbonate ones. Unbroken sandy soils were characterized by low content of mobile potassium – in the limits of 45 to 49 mg / kg. But at the stage of poor cultivation an increase in the content of mobile potassium by 30 - 51 mg / kg was noted. The content of mobile potassium increased by 6,9 times in well-cultivated ordinary soils compared to unbroken analogues and by 4,1 times compared to poorly cultivated soil. These indexes changed by 4,5 and 2,2 times, respectively in the residual-carbonate well-cultivated soil. The content of fixed potassium in sandy soils was characterized as low, regardless of the degree of cultivation, and amounted to 155 - 405 mg / kg. Cultivation had a positive effect on the dynamics of fixed potassium accumulation. So, well-cultivated ordinary sandy soil contained 2,2 times more potassium than the corresponding unbroken analogue and 91% more than poorly cultivated soil. These parameters were 2,6 and 2,5 times more, respectively, in the residual carbonate soil.

Bibliography

1. Vorobyov Vyacheslav Anatolyevich The role of soil potassium and fertilizers applied to sod-podzolic soils of different cultivation in the conditions of the North-West of the Russian Federation: dissertation of Candidate of Agriculture: 06.01.04 / V.A. Vorobiev. – Velikie Luki, 2001. - 141 p.
2. Change of potassium state of well-cultivated sod-podzolic soil with application of potassium-deficient fertilizer system / A.I. Ivanov, I.A. Ivanov, V.A. Vorobyov, E.G. Lyamtseva // Agrochemistry. - 2009. - № 4. - P. 21 - 26.
3. Ivanov, A.I. Capacitive-energy assessment of potassium state of cultivated sod-podzolic soil / A.I. Ivanov, V.A. Vorobyov, E.G. Lyamtseva // Soil fertility. - 2009. - № 4. - P. 23 - 25.
4. Yakimenko, V.N. Change of potassium form content in particle-size fractions of some automorphic soils in agroecosis / V.N. Yakimenko // Agrochemistry. - 2001. - № 6. - P. 11 - 16.
5. Vorobyov, V.A. Degradation of agrochemical properties of arable soils in Pskov region / V.A. Vorobyov // Humus and soil formation. - St. Petersburg: SPbSAU, 2004. - P.169 - 171.
6. Vorobyov, V.A. Agrochemical properties of arable sod - podzolic soils in Pskov Region / V.A. Vorobyov, G.V. Gavrilova // Scientifically grounded farming systems: theory and practice. Materials of the international scientific-practical conference. - Stavropol: "Paragraph", 2013. - P. 40 - 42.
7. Nikitina, L.V. Exchange potassium and its mobility in sod-podzolic soils of different textural composition / L.V. Nikitina, V.A. Romanenkov, M.P. Listova // Soil fertility. - 2014. - № 5. - P.18 - 21.
8. Vorobyov, V.A. The importance of soil potassium and fertilizers in the conditions of different soil cultivation of sod-podzolic soil type / V.A. Vorobyov // Science and best practices - to agricultural production. Collection of scientific works of Velikie Luki State Agricultural Academy. - Velikie Luki: Velikie Luki State Agricultural Academy, 2002. - Issue 1, Part 1. - P. 47 - 58.