

5. Глинистые минералы в лесных почвах Молдавии / В.Е. Алексеев [и др.] // Генезис и рациональное использование почв Молдавии. – Кишинев: Штиинца, 1977. – С. 23–41.5.

6. Алексеев, В.Е. Способ количественного определения первичных минералов в почвах и породах методом рентгеновской дифрактометрии / В.Е. Алексеев // Почвоведение. – 1994. – № 1. – С. 104–109.

7. Алексеев, В.Е. Минералогия почвообразования в степной и лесостепной зонах Молдовы: диагностика, параметры, факторы, процессы / В.Е. Алексеев. – Кишинев, 1999. – 241с.

GRAY FOREST SOILS OF MOLDOVA'S CODRY: BALANCE OF MINERALS

V.E. Alekseev, V.V. Cherbar', A.N. Burgelya, E.B. Varlamov

ummary

Differences in the balance of minerals in gray forest soils of Moldova's Codry and xerophytic forest chernozems are associated with inhomogeneity of rocks and the presence of lessivage and podzolization in gray forest soils. Taking into account the influence of heterogeneity of rocks the total loss of primary and clay minerals in them amounted to 8–25 kg, positive balance in the illuvial part of the profile – 3–82 kg/100 kg of rock. The reason of minerals balance calculation with heterogeneity of rocks is in the assessment of its impact on the volume of changes of soil mineralogy and the opportunity of diagnostics of the processes occurring in them.

Поступила 9.03.15

УДК 631.4:549.905.8

СЕРЫЕ ЛЕСНЫЕ ПОЧВЫ КОДР МОЛДОВЫ: ПРИРОДНЫЕ РЕЗЕРВЫ КАЛИЯ

В.Е. Алексеев, В.В. Чербарь, А.Н. Бургеля, Е.Б. Варламов

*Институт почвоведения, агрохимии и защиты почв им. Н.А. Димо,
г. Кишинев, Молдова*

ВВЕДЕНИЕ

Калий (К) относится к важнейшим элементам питания растений. В то же время известно, что запасы К в природных экосистемах ограничены, и они, в частности, имеют важное значение для производительности и поддержания лесов и требуют изучения [1].

В агрохимической практике при оценке обеспеченности почвы К обычно руководствуются определением его водорастворимой, обменной, необменной и реже валовой формами [2, 3]. Вместе с тем существуют и другие подходы к оценке резервов К в почве. Исследования в свое время в СССР, а также в Европе показали, что большой вклад в обеспечение сельскохозяйственных культур К принадлежит

почвенным минералам [4, 5]. Учет этого источника увеличивает возможность оптимизации использования питательных веществ. В этой связи, помимо решения генетических вопросов, изучение серых лесных почв предполагало оценку их по резервам и доступности растениям заключенного в них К на основании их минералогического состава. К сожалению, нам не известны аналогичные по подходу и составу исследования подобных серых лесных почв других регионов, что исключило возможность провести на их примере сравнительный анализ. Сопоставление проведено с ксерофитно-лесными черноземами той же лесной экосистемы, занимающими высоты 140–240 м, но на юге Молдовы.

МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Описание объектов исследований приведено в статье «Серые лесные почвы Кодр Молдовы: особенности минералогического состава и его трансформации». Первичные минералы исследованы во фракции >1 мкм, глинистые – во фракции <1 мкм. Фракционное разделение образцов проведено по методике [6]. Органическое вещество и карбонаты перед фракционированием образцов удалялись. Состав первичных и глинистых минералов изучен методом рентгеновской дифрактометрии. Качественный состав первичных и глинистых минералов установлен по известным рекомендациям [7, 8]. Количественный анализ проведен по методикам [9, 10] с некоторой их детализацией [11]. Коэффициент вариации результатов анализа, установленный по стандартным калибровочным смесям минералов, в зависимости от содержания минералов характеризуется следующими параметрами (отн. %): кварц – 2,9–3,3; полевые шпаты – 3,8–8,9; слюды – 5–20; хлорит – 15–26; группа смектита – 2,5–3,0; иллит – 2,2–2,6; хлорит (ил) – 12–25; каолинит (ил) – 15–25. Все расчеты произведены на минеральную и бескарбонатную части фракций и почвы.

По минералогической концепции Горбунова [12] резервы К в почве подразделяются на непосредственный, ближний и потенциальный. К непосредственному резерву отнесен обменный К (по Масловой). Во вторую категорию по доступности растениям, ближний резерв, входит К, содержащийся в глинистых минералах. Он заключен в таких минералах как иллит и смектит (точнее, суммарно смектит и смешаннослойный иллит-смектит с высокой нормой смектитовых пакетов). Наименее доступный или потенциальный резерв К принадлежит грубодисперсным минералам размерности более 0,001 мм. К ним относятся слюды (биотит, мусковит) и калиевые полевые шпаты (ортоклаз, микроклин). По методике Горбунова расчет резервов К ведется по результатам химического анализа. Определяется валовое содержание К в почве, содержание его в илистой фракции и обменный К. Последний является непосредственным, К ила – ближним резервом. По разнице между суммой непосредственного и ближнего резервов и валовым К устанавливается его потенциальный резерв. Располагая данными по содержанию указанных минералов, нами резервы К рассчитаны напрямую по результатам минералогического анализа. В основе расчетов лежат данные по содержанию минералов и содержанию в них К согласно химическим формулам. Пример расчетов представлен в таблице 1.

При расчете резервов К по результатам минералогического анализа руководствовались выводами, приведенных выше исследований, согласно которым

после обменного К (непосредственный резерв) наиболее доступным растениям является К, принадлежащий иллит-смектиту фракции ила (в нашем случае иллит-смектиту с высокой нормой смектитовых пакетов, ближний резерв). Наименее доступен К калиевых полевых шпатов и мусковита грубодисперсного материала (потенциальный резерв). В таблице 1 представлен элементный состав верхнего горизонта серой лесной почвы разреза 4м, рассчитанный по его минералогическому составу и выраженный в оксидах. Аналогичным способом рассчитаны резервы К во всех исследуемых почв.

Таблица 1

Элементный состав серой лесной почвы (разрез 4м, горизонт Ad, глубина 0–9 см) по данным минералогического анализа (весовой процент)

Минералогический состав	H ₂ O	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	Содержание минерала/ оксидов
Кварц		42,5							42,5
Плагиоклаз (15%An)		5,9	2,0		0,3			0,9	9,1
Калиевый полевой шпат		4,2	1,2				0,835	0,2	6,4
Мусковит	0,2	1,8	1,6				0,444		4,0
Хлорит (фр. >1 мкм)	0,2	0,3	0,2	0,3		0,2			1,2
Каолинит (фр. >1 мкм)	0,2	0,5	0,5						1,2
Иллит-смектит	2,3	8,8	3,1	2,0	0,2	0,2	0,115		16,7
Иллит	1,0	6,6	3,4	0,8		0,4	0,789		12,9
Хлорит (фр. <1 мкм)	0,2	0,5	0,5	0,5		0,5			2,2
Каолинит (фр. <1 мкм)	0,5	1,7	1,5						3,8
Сумма	4,6	72,7	14,0	3,6	0,6	1,3	2,183	1,0	100

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Расчетные данные по резервам К в форме K₂O в исследуемых почвах представлены в таблицах 2 и 3. Непосредственный резерв в серых лесных почвах в 1,5–2 раза меньше (7–30 мг/100 г), чем в лесных черноземах (16–74 мг/100 г), что можно объяснить менее активным оборотом биогенного К, но с глубиной он также, как и в лесных черноземах, снижается, но в более резкой форме. Минимальные его показатели во всех 3-х разрезах принадлежат горизонту BE, но корреляции этого явления с другими показателями (рН, другими резервами К) не прослеживается.

Ближний резерв, заключенный в глинистых минералах (иллит, иллит-смектит, смектит), в серых лесных почвах составляет 620–1069 мг/100 г или 28–41% от общего резерва, что приближается к значениям (28–51%) в ксерофитно-лесных черноземах. Причина такой близости значений объясняется близким их гранулометрическим составом, а значит и примерно тем же содержанием глинистых минералов. В распределении ближнего резерва К в серых лесных почвах прослеживается определенная закономерность. Наиболее высокие показатели по нему отмечаются в дерновом горизонте и в горизонте BE. В дерновом горизонте это связано, вероятнее всего, с более интенсивным поступлением туда иллита в результате физической диспергации обломочных слюд, а также новообразования

иллитоподобных структур по высокозарядному смектиту при фиксации биоциклического К [13]. В горизонте ВЕ можно объяснить накоплением там иллита и иллит-смектита в результате их лессиважа, что отмечалось в предыдущих сообщениях. Поведение ближнего резерва К в ксерофитно-лесных черноземах иное: его количество последовательно нарастает к верхним горизонтам и более энергично, чем в серых лесных почвах, достигая в этих горизонтах высоких величин. Причина такого явления, прежде всего, в более активном в них новообразовании иллитоподобных структур в результате фиксации биогенного К [4, 13] высокозарядным смектитом, характерным вообще для черноземов [4]. Но также, несомненно влияние поступления в илистую фракцию в основном слюдяного материала из грубой части почвы в результате физической диспергации.

Таблица 2

**Резервы калия (K_2O) в серых лесных почвах
по данным минералогического анализа (мг/100 г)**

Горизонт	Глубина, см	Непосредственный	Ближний	Потенциальный	Общий
Разрез 4м. Серая лесная на лессовидном суглинке, Иванча, водораздел, абс. выс. 200 м					
Ad	0–9	22	904	1279	2205
AE	9–30	10	639	1441	2090
BE	30–45	7	767	1488	2262
Btm	45–65	9	858	1850	2717
BCmca	80–100	не определялся	769	1700	2469
Cca	100–120	не определялся	620	1379	1999
Разрез 5м. Серая лесная стагниковая на плиоценовых глинах, шоссе на Оргеев, водораздел, абс. выс. 207 м					
Ad	0–8	29	860	1673	2562
AE	8–22	10	738	1900	2648
BE	22–33	8	895	1583	2486
Btm	33–55	9	996	1228	2232
BCmgca	85–96	не определялся	890	1877	2767
Gca	96–120	не определялся	838	1593	2430
Разрез 6м. Серая лесная на плиоценовых глинах, Пересечено, приводораздельный склон, абс. выс. 190 м					
Ad	0–9	30	1069	1768	2867
AE	9–25	10	1001	1957	2968
BE	25–35	7	844	2075	2926
Btm	35–51	13	952	1758	2723
BCmca	70–90	не определялся	886	1663	2549
Cca	90–100	не определялся	700	1749	2449

Потенциальный резерв К в серых лесных почвах заключен в калиевых полевых шпатах и слюдах. Его размер в исследуемых почвах находится в пределах 1228–2075 мг/100 г и в 1,5–2,5 раза превышает ближний резерв. Он значительно выше такового в ксерофитно-лесных черноземах (1123–1733 мг/100 г), в чем большую роль сыграло высокое содержание слюд в инородном, как указывалось, слое в средней части всех профилей серых лесных почв, особенно почв на плиоценовых глинах. Вместе с тем, как отмечено ранее в сообщении по балансовым расчетам,

нельзя исключать, что высокие показатели по потенциальному резерву К в этой части профилей могут быть обязаны также лессиважу тонкого слюдистого материала. В связи с многофакторным влиянием на потенциальный резерв К характер распределения его по профилю в серых лесных почвах не однотипный. Распределение потенциального резерва К по профилю ксерофитно-лесных черноземов более определенное, выявлению чего способствует изначальная относительно более высокая степень однородности пород. Его содержание, как правило, уменьшается к верхним горизонтам, указывая на то, что в этих горизонтах потенциальный резерв расходуется на пополнение ближнего резерва в результате прежде всего физической диспергации.

Общий резерв К в исследуемых серых лесных почвах складывается из поведения выше описанных резервов, находится в пределах 1999–2968 мг/100 г почвы и определяется, как видно из предыдущего анализа, главным образом динамикой гранулометрического и, соответственно, минералогического составов почв по профилю, т.е. геологическим и почвенно-генетическим факторами. Он в максимальных своих проявлениях в связи со слюдистыми аномалиями в этих почвах заметно выше по размеру общего резерва К в ксерофитно-лесных черноземах (2214–2474, табл. 3). В распределении его по профилю ясно выраженной закономерности не наблюдается, но можно заметить, что более высокие показатели чаще принадлежат средней или верхней части профиля. В этом прослеживается совместное влияние распределения по профилю ближнего резерва К и слюдистых аномалий.

Таблица 3

Резервы калия (K_2O) в ксерофитно-лесных черноземах по данным минералогического анализа (мг/100 г)

Горизонт	Глубина, см	Непосредственный	Ближний	Потенциальный	Общий
Разрез 1м. Верхние Андруши, увалообразный водораздел, абс. выс. 227 м					
Ад	0–10	33	916	1460	2409
А	25–47	16	822	1490	2328
Вса	70–85	не определялся	702	1653	2355
ВСса	97–110	не определялся	635	1657	2292
Сса	160–180	не определялся	685	1733	2418
Разрез 2м. Калфа-Гырбовец, увалообразный водораздел, абс. выс. 165 м					
Ад	0–10	46	1095	1311	2452
А	25–46	18	1024	1364	2406
В1	64–85	не определялся	884	1590	2474
В2са	100–115	не определялся	944	1521	2465
Сса	160–180	не определялся	825	1389	2214
Разрез 3м. Пугой, увалообразный водораздел, абс. выс. 222 м					
Ад	0–10	74	1233	1123	2430
А	25–50	19	1154	1189	2362
В1	65–85	не определялся	1062	1404	2466
В2	100–113	не определялся	877	1512	2389
Сса	160–180	не определялся	716	1693	2409

ВЫВОДЫ

Сравнительное исследование природных резервов калия в серых лесных почвах и ксерофитно-лесных черноземах показало, что общий резерв в первых весьма высок (1999–2968 мг/100 г почвы) и превышает таковой в лесных черноземах (2214–2474 мг/100 г почвы). Причина в потенциальном резерве и в аномально высоком содержании слюд, сопровождаемом проявлениями неоднородности почвообразующих пород. Непосредственный резерв калия в серых лесных почвах в 1,5–2 раза ниже (7–30 мг/100 г), а ближний резерв (620–1069 мг/100 г) соизмерим с таковым в ксерофитно-лесных черноземах. Характер распределения резервов К по профилю в серых лесных почвах определяется влиянием нескольких факторов, среди которых следует назвать процессы выветривания, динамику биоциклического К, наличие лессиважа в сочетании с проявлениями неоднородности пород, т.е. факторов почвенно-генетической и геологической природы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Patterns in K dynamics in forest ecosystems / C.E. Tripler [et al.] // *Ecology Letters*. – 2006. – Vol. 9. – P. 451–466.
2. Дурынина, Е.П. Агрохимический анализ почв, растений, удобрений / Е.П. Дурынина, В.С. Егоров. – М.: Изд-во МГУ, 1998. – 113 с.
3. Практикум по агрохимии / под ред. В.Г. Минеева. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 689 с.
4. Алексеев, В.Е. Минералогия почвообразования в степной и лесостепной зонах Молдовы: диагностика, параметры, факторы, процессы / В.Е. Алексеев. – Кишинев, 1999. – 241 с.
5. Application of the PROFILE model to estimate potassium release from mineral weathering in Northern European agricultural soils / J. Holmqvist [et al.] // *European Journal of Agronomy*. – 2003. – Vol. 20. – P. 149–163.
6. Алексеев, В.Е. Методика супердисперсного фракционирования почв и пород при их минералогическом анализе / В.Е. Алексеев, К.Г. Арапу, А.Н. Бургеля // *Почвоведение*. – 1996. – № 7. – С. 873–878.
7. Рентгенография основных типов породообразующих минералов / редкол.: В.С. Власов [и др.]. – Л.: Недра, 1983. – 359 с.
8. Рентгеновские методы изучения и структура глинистых минералов / под ред. Г. Брауна. – М.: Мир, 1965. – 599 с.
9. Алексеев, В.Е. Способ количественного определения первичных минералов в почвах и породах методом рентгеновской дифрактометрии / В.Е. Алексеев // *Почвоведение*. – 1994. – № 1. – С. 104–109.
10. Глинистые минералы в лесных почвах Молдавии / В.Е. Алексеев [и др.] // *Генезис и рациональное использование почв Молдавии*. – Кишинев: Штиинца, 1977. – С. 23–41.
11. Алексеев, В.Е. Способ оценки минералогического состояния силикатной части черноземов / В.Е. Алексеев // *Почвоведение*. – 2012. – № 2. – С. 189–199.
12. Горбунов, Н.И. Минералогия и физическая химия почв / Н.И. Горбунов. – М.: Наука, 1978. – 294 с.
13. Barre, P. Dynamic role of «illite-like» clay minerals in temperate soils: facts and hypothesis / P. Barre // *Biogeochemistry*. – 2007. – Vol. 82. – P. 77–88.

GRAY FOREST SOILS OF MOLDOVA'S CODRY: NATURAL RESERVES OF POTASSIUM

V.E. Alekseev, V.V. Cherbar', A.N. Burgelya, E.B. Varlamov

Summary

At first a comparative study of the natural reserves of potassium in the gray forest soils and xerophytic forest-black earth showed that the general reserve is very high (1999–2968 mg/100 g of soil) and higher than that in the forest chernozems (2214–2474 mg/100 g of soil). The reason for this potential reserve and it is anomalously high content of mica, followed by manifestations of heterogeneity of soil-forming rocks. Direct reserve potassium in gray forest soils are 1.5–2 times lower (7–30 mg/100 g), and the proximal reserve (620–1069 mg/100 g) was comparable to that in the xerophytic forest – chernozem. The pattern of distribution of reserves to the profile in gray forest soils is influenced by soil-genetic factors and geological nature.

Поступила 9.03.15

УДК 631.42:631.618(470.311-25)

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ГОРОДА МОСКВЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ИХ РЕКУЛЬТИВАЦИИ

И.С. Прохоров

*ФГБОУ ВО «РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева»,
г. Москва, Россия*

ВВЕДЕНИЕ

Сеть мониторинга за состоянием почв сформирована Департаментом природопользования и охраны окружающей среды г. Москвы с учетом территориального деления и функционального зонирования и включает в себя 1333 площадки постоянного мониторинга, ежегодно из которых обследуется порядка 200–300, это позволяет получать максимально полную информацию о современном состоянии почвенного покрова в городе, отслеживать тенденции изменения состояния почв и выявлять наиболее актуальные проблемы в данной области.

Основными задачами мониторинга являются: изучение свойств почв на постоянных площадках мониторинга (ППМ); закладка новых площадок мониторинга и опробование почвенного покрова на территории Троицкого и Новомосковского административных округов г. Москвы (преимущественно на территории городов Троицк и Щербинка); изучение изменений химического состава почв в сравнении с результатами опробования предыдущих лет; оценка состояния почв вдоль основных автомагистралей в рамках Программы мониторинга воздействия противогололедных реагентов (ПГР) на компоненты окружающей среды на 2011–2012 и последующие годы. В 2013 г. всего было обследовано 215 площадок наблюдения.