

ancient stagnic chernozem there are signs of a deeper pronounced weathering process and clayization process. The uniformity of the qualitative composition of minerals of the studied soils indicates the same sources of the mineral material in the formation of parent rocks of these soils.

Поступила 20.04.16

УДК 631.4:549.905.8

АЛЛЮВИАЛЬНАЯ ПОЧВА ПРИТЕРРАСНОЙ ПОЙМЫ ДНЕСТРА И СТАГНИКОВЫЙ ЧЕРНОЗЕМ: ПРИРОДНЫЕ РЕЗЕРВЫ КАЛИЯ ПО МИНЕРАЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

В.Е. Алексеев, В.В. Чербарь, Г.Г. Стегэреску, А.Н. Бургеля

*Институт Почвоведения, Агрохимии и Защиты почв им. Н.А. Димо,
г. Кишинев, Молдова*

ВВЕДЕНИЕ

Важная роль калия для роста растений общеизвестна. В некоторых случаях потребность растений в калии даже выше, чем в азоте (сахарная свекла, табак, картофель, разные травы). Вместе с тем запасы калия в природных экосистемах ограничены, поэтому учет их содержания в почвах имеет принципиальное значение. При оценке обеспеченности почвы калием обычно прибегают к определению водорастворимого, обменного, необменного и реже валового калия [1]. Но существуют и другие подходы в этом вопросе. За рубежом активизировались исследования по оценке запасов калия в почве и их доступности растениям по минералогическим показателям [2–5]. Учет названных показателей увеличивает возможность оптимизации использования питательных веществ. В предыдущем сообщении приведены сведения по минералогическому состоянию представителей интересных в научном отношении генетически близких двух групп почв, современных тяжелых глинистых аллювиальных почв и древних тяжелых глинистых стагниковых черноземов. В данном сообщении будут рассмотрены те же почвы, но уже как носители определенных запасов калия, обусловленных особенностями их генезиса и минералогического состава.

Цель исследования заключается в том, чтобы выяснить фактические размеры природных резервов калия в названных почвах, а также могла ли отразиться на этих резервах разница в возрасте почв, измеряемая не менее чем в миллион лет. В отношении стагникового чернозема следует иметь в виду не его возраст как чернозема, являющегося продуктом голоцена, а возраст его минералогического профиля, унаследованного от предшествующих стадий почвообразования.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Итак, объектами исследования стали те же две почвы, что и в предыдущем сообщении: аллювиальная лугово-болотная почва притеррасной поймы Днестра близ села Копанка Каушанского р-на (разрез А1) и чернозем стагниковый близ села Ордэшей Теленештского р-на на водоразделе с абсолютной отметкой в 240 м (разрез 6s). Там же описана методика минералогического анализа. На основании данных по составу первичных и глинистых минералов, приведенных в первом сообщении, произведены расчеты резервов калия.

По концепции Горбунова [6] к непосредственному резерву относится обменный калий (по Масловой). Ближний резерв калия заключен в глинистых минералах. В применении к исследуемым почвам он входит в состав таких минералов как иллит и смешаннослойный иллит-смектит.

Таблица 1

Элементный состав аллювиальной лугово-болотной осушенной почвы (разрез А1, гор. Аhp1, глубина 0–20 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		19,0							19,0
Плагиоклаз (15%An)		2,1	0,7		0,1			0,3	3,2
Калиевый полевой шпат		2,4	0,7				0,483	0,1	3,7
Мусковит	0,9	7,1	6,2				1,767		15,9
Хлорит (фр. >1 мкм)	0,3	0,6	0,5	0,6		0,5			2,5
Каолинит (фр. >1 мкм)	0,9	1,8	1,8						4,4
Иллит-смектит	4,3	16,4	5,8	3,8	0,4	0,4	0,216		31,3
Иллит	1,0	6,7	3,4	0,8		0,4	0,807		13,2
Хлорит (фр. <1 мкм)	0,2	0,6	0,5	0,6		0,6			2,5
Каолинит (фр. <1 мкм)	0,6	2,0	1,7						4,3
Сумма	8,2	58,7	21,3	5,8	0,5	1,9	3,272	0,4	100,1

Наименее доступный или потенциальный резерв калия принадлежит слюдам и калиевым полевым шпатам. Расчет резервов калия в почве по методике Горбунова ведется по результатам не минералогического, а химического анализа, так как в то время проблема количественного минералогического анализа не была еще решена. Определялось валовое содержание калия в почве, содержание калия в иллитовой фракции и обменный калий. Последний относился к непосредственному резерву, калий ила – к ближнему резерву. По разнице между суммой непосредственного и ближнего резервов и валовым калием устанавливался потенциальный резерв. Расчет резервов калия осуществлен по результатам минералогического анализа. При этом руководствовались выводами в приведенных выше зарубежных исследованиях, согласно которым также после обменного калия (непосредственный резерв) наиболее доступным растениям является калий, принадлежащий иллиту и иллит-смектиту (в нашем случае иллиту и иллит-смектиту с высокой нормой смектитовых пакетов, ближний резерв). Наименее

доступен калий калиевых полевых шпатов и мусковита (потенциальный резерв). Таким образом, в основе наших расчетов лежат данные по обменному калию (по Масловой), количеству в почвах соответствующих калийсодержащих минералов и содержанию калия в них согласно их химическим формулам. Пример расчета приведен в табл. 1. В правой крайней графе представлены данные по содержанию в почве минералов и составляющих их оксидов. Жирным шрифтом выделены калийсодержащие минералы, содержание их в почве и содержание в них K_2O .

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В табл. 2 представлены результаты расчета резервов калия в исследуемых почвах в форме K_2O .

Непосредственный резерв калия в обеих почвах по содержанию соизмерим и находится в верхней трети или половине профиля в пределах 20–40 мг/100 г. Он несколько больше в аллювиальной почве. С глубиной содержание непосредственного резерва калия снижается, но менее резко, как это обычно происходит в зональных почвах [7–10]. Его примерно в полтора-два больше, чем в зональных черноземах и лесных почвах [10]. Главные причины высокого содержания непосредственного резерва калия в аллювиальной почве и стагниковом черноземе заключаются в их тяжелом гранулометрическом составе, в высоком в связи с этим содержании иллита и иллит-сметита, а также в связи с биогенным накоплением калия в верхних горизонтах.

Ближний резерв калия заключен в илистой части почвы (фракции менее 0,001 мкм) и представлен, как отмечалось, иллитом и смешаннослойным иллит-сметитом с высокой нормой смектитовых пакетов. Его размеры в исследуемых почвах существенно различаются. Если в аллювиальной почве ближний резерв калия составляет 1000–1300 мг/100 г, то в стагниковом черноземе он равен 1400–2100 мг/100 г, т.е. в полтора или почти в два раза больше. В отличие от зональных почв, где распределение этого резерва по профилю определяется закономерностями, обусловленными их генетическими особенностями [10], в исследуемых двух почвах подобную закономерность трудно установить. Она в этих почвах как раз не закономерна и зависит от особенностей проявления в них слоистости в явной или неявной форме.

Таблица 2

**Резервы калия (K_2O) в аллювиальной почве и стагниковом черноземе
по данным минералогического анализа (мг/100 г)**

Горизонт	Глубина, см	Непосредственный	Ближний	Потенциальный	Общий
Разрез А1. Аллювиальная лугово-болотная почва, притеррасная пойма Днестра, с. Копанка, Каушанский р-н					
Ahp1	0–20	38	1023	2249	3310
Ah	38–57	30	1318	1517	2865
Abhg2	80–95	н.о.	1146	1763	2909
G3	180–200	н.о.	1030	2056	3086

Примечание. н.о. – не определялся.

Горизонт	Глубина, см	Непосредственный	Ближний	Потенциальный	Общий
Разрез 6с. Чернозем стагниковый, с. Ордэшей, Теленештский р-н, водораздел, абс. выс. 240 м					
Ap	0–35	32	1625	1440	3097
Ah	35–47	23	1434	1624	3081
ABh	47–65	21	1418	1628	3065
BG	83–100	н.о.	2113	1031	3145
Cg	115–140	н.о.	1601	1695	3296

Потенциальный резерв калия в данных почвах, как и в зональных, представлен в калиевых полевых шпатах и слюдах, в основном в мусковите. В аллювиальной почве его размер составляет 1500–2200 мг/100 г, в стагниковом черноземе – 1000–1700 мг/100 г. В отличие от ближнегорезерва потенциальный резерв калия, напротив, больше по размеру в аллювиальной почве, чем в стагниковом черноземе. В отношении распределения потенциального резерва по профилю можно сказать то же самое, что и о ближнем резерве. Оно носит незакономерный характер и контролируется особенностями проявления в почвах слоистости.

Размеры общего резерва калия в обеих исследуемых почвах весьма близки. В аллювиальной почве общий резерв составил 2900–3300 мг/100 г, в стагниковом черноземе он равняется 3100–3300 мг/100 г, т.е. по минимальному показателю немного выше. Также, как по ближнему и потенциальному резервам, в распределении общего резерва калия по профилю установить какую-либо закономерность не удастся. Оно определяется суммарным эффектом от поведения всех трех других резервов калия.

Следует отметить, что современные аллювиальные почвы Молдовы исключительно богаты резервами калия. По-видимому, это вообще типовая особенность современных, а значит молодых почв пойм рек, принадлежащих к территориям с лессовыми и лессовидными отложениями. Как ранее было установлено, для аллювиальных почв характерно вообще повышенное содержание слюд и генетически связанных с ними иллита и иллит-сметкита. Помимо молодости почв немаловажное значение в этом сыграло то обстоятельство, что поймы рек наследуют продукты выветривания и почвообразования, созданные на водоразделах и склонах и в первую очередь к таким продуктам относится иллит [10]. К тому же на примере одной и той же тяжелосуглинистой разновидности почв было установлено, что общий резерв калия в них зависит от их возраста. Так с последовательным увеличением возраста почв Молдовы от аллювиальных почв к черноземам, размещенным на средних высотных отметках, и к лесным почвам на высоких абсолютных отметках общий резерв калия в них снижается с примерно 2800 мг/100 г до 1400 мг/100 г, т.е. в два раза [10]. Причем потери происходят за счет потенциального резерва, поскольку он при выветривании и почвообразовании расходуется на воспроизводство ближнего и непосредственного резервов и расходуется необратимо.

В этой связи заслуживает внимания неожиданный эффект, который заключается в том, что общие резервы калия в современной (голоценовой) аллю-

виальной почве и в древнем (плиоценовом) стагниковом черноземе одного с ней тяжелоглинистого гранулометрического состава оказались практически одинаковыми. Если огромный возраст стагникового чернозема и оставил свой след на его общем резерве калия, то только в том, что в нем произошло перераспределение между потенциальным резервом и ближним резервом калия в пользу ближнего резерва. Произошло то, что называется процессом оглинивания, вероятность которого высказана в предыдущей статье. Отсутствие в стагниковом черноземе признаков потери общего резерва калия, обусловленного его большим возрастом, можно объяснить разными причинами. Одна из них может заключаться в том, что общий резерв калия был выше, но со временем снизился до современных размеров. Другая возможная причина может быть в том, что тяжелый гранулометрический состав настолько тормозит процессы выветривания в данной почве, что она сохраняется практически неизменной в законсервированном состоянии. Достоверность названных причин современного состояния общего резерва калия в стагниковом черноземе невозможно установить без проведения балансовых исследований. Но они, в свою очередь, возможны только при изначально однородной почвообразующей породе, чего как раз и нет в этой почве.

В заключение следует отметить любопытное явление, в равной мере распространяющееся на обе исследуемые почвы, молодую голоценовую аллювиальную почву и близкий по генезису плиоценовый стагниковый чернозем. Их объединяет формирование на породах одного и того же происхождения, аллювиальных отложениях. В одном случае это аллювиальные отложения современной поймы, в другом – аллювиальные отложения позднеплиоценовой поверхности выравнивания, образовавшиеся как минимум миллион лет назад. Интересно то, что в обоих случаях, несмотря на огромную разницу в возрасте, породы аллювиального происхождения оказались в равной степени чрезвычайно богаты общим резервом калия, достигающим и превышающим 3000 мг/100 г. Такое богатство калием на территориях с лессовыми и лессовидными породами, к каковым принадлежит и Молдова, обеспечивается названными выше калийсодержащими минералами, среди крупного обломочного материала которыми являются слюды и калиевые полевые шпаты, в составе глинистого материала – иллит и смешаннослойный иллит-сметит. Причем главная роль среди перечисленных минералов принадлежит тем, в основе которых лежит слюдистое начало, а именно сами слюды – иллит и иллит-сметит. Отличительная особенность этих минералов заключается в том, что они имеют пластинчатую форму. Вполне вероятно, что именно такая форма облегчала миграцию минералов слюдистой природы в осадочном материале водосборных бассейнов и способствовала их аккумуляции в аллювиальных отложениях современной и прошлых геологических эпох.

ВЫВОДЫ

1. Проведены исследования природных резервов калия в генетически близких двух почвах, современной (голоценовой) тяжелой глинистой аллювиальной почве и древнем тяжелом глинистом стагниковом черноземе, сформировавшимся

на позднеплиоценовой породе аллювиального происхождения. В обеих почвах непосредственный, ближний и потенциальный резервы калия в равной степени велики и превышают таковые в зональных почвах. В обеих почвах общий резерв калия достигает 3300 мг/100 г.

2. Большая разница в возрасте почв не нашла отражения на содержании в них общего резерва калия. В древнем стагниковом черноземе в отличие от молодой аллювиальной почвы присутствуют признаки перераспределения резервов калия между потенциальным и ближним резервами в пользу ближнего резерва калия в результате вероятного процесса оглинивания. В обеих почвах распределение резервов калия по профилю, кроме непосредственного, не носит закономерный характер и определяется проявлениями явной или скрытой слоистости пород.

3. Выдвинута гипотеза, что исключительно высокое содержание общего резерва калия в почвах на аллювиальных отложениях, независимо от их возраста, является их генетическим признаком и обусловлено пластинчатой формой минералов слюдяной природы, облегчающей их миграцию в осадочном материале водосборных бассейнов и накопление в поймах рек.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Практикум по агрохимии / под ред. В.Г. Минеева. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 689 с.
2. 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.
3. Mineralogical budgeting of potassium in soil: a basis for understanding standard measures of reserve potassium / Y. Andrist-Rangel [et al.] // Journal of Plant Nutrition and Soil Science. – 2006. – Vol. 169. – P. 605–615.
4. Which 2:1 clay minerals are involved in the potassium reservoirs? Insights from potassium addition or removal experiments on three temperate grassland clay assemblages / P. Barre [et al.] // Geoderma. – 2008. – Vol. 146. – P. 216–223.
5. Assessing potassium reserves in northern temperate grassland soils: A perspective based on quantitative mineralogical analysis and aqua-regia extractable potassium / Y. Andrist-Rangel [et al.] // Geoderma. – 2010. – Vol. 58. – P. 303–314.
6. Горбунов, Н.И. Минералогия и физическая химия почв / Н.И. Горбунов. – М.: Наука, 1978. – 294 с.
7. Ксерофитно-лесные черноземы: природные резервы калия / В.Е. Алексеев [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2013. – № 1(50). – С. 62–67.
8. Бурые лесные почвы Кодр Молдовы: природные резервы калия / В.Е. Алексеев [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2014. – № 1(52). – С. 87–94.
9. Серые лесные почвы Кодр Молдовы: природные резервы калия / В.Е. Алексеев [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2015. – № 1(54). – С. 55–61.
10. Алексеев, В.Е. Минералогия почвообразования в степной и лесостепной зонах Молдовы: диагностика, параметры, факторы, процессы / В.Е. Алексеев. – Кишинев, 1999. – 241 с.

**ALLUVIAL SOIL OF TERRACE FLOODPLAIN DNIESTER
AND STAGNIC CHERNOZEM: NATURAL RESERVES BY POTASSIUM
MINERALOGICAL INDICATORS**

V.E. Alekseev, V.V. Cherbar', G.G. Stegeresku, A.N. Burgelya

Summary

It was found that in both soils immediate, proximal and potential reserves of potassium are equally high and exceed those in the zonal soils. Total reserves of potassium in them reaches 3300 mg/100 g. Big difference in the age of the soil was not reflected on the content of their total reserves of potassium. In ancient stagnic chernozem there are signs of redistribution of potassium reserves between potential and proximal likely due to clayization process. In both soils distribution of potassium reserves by the profile, in addition to direct, is determined by manifestations of layering of rocks. Propose the hypothesis that exceptionally high content of total potassium reserves in soils on alluvial sediments is their genetic traits.

Поступила 20.04.16