

УДК 630.114.521.3:630.114.264

ВЛИЯНИЕ АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИИ НА КАЛИЙНОЕ СОСТОЯНИЕ ЛУГОВО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ В ГЛИНИСТОЙ ПОЛУПУСТЫНЕ¹

© 2010 г. Н.Ю. Кулакова*, Т.А. Соколова**

*Учреждение Российской Академии наук Институт лесоведения РАН
Россия, 143030 Московская обл., Одинцовский р-н, с. Успенское, ул. Советская, 21.

E-mail: nkulakova@mail.ru

**Кафедра химии почв факультета почвоведения

Московского Государственного Университета им М.В. Ломоносова

Россия, 119991 Москва, Воробьевы Горы, ГСП-1, д. 1, стр. 12. E-mail: sokolt65@mail.ru

Реферат. Исследовано влияние разработанной на Джаныбекском стационаре Института лесоведения РАН системы агролесомелиоративных мероприятий, являющейся экологически безопасной альтернативой поливному земледелию, на калийное состояние наиболее плодородных почв региона – лугово-каштановых почв микрорельефа. Установлено, что в лугово-каштановых почвах, подвергшихся агролесомелиорации, запасы обменного калия снижаются относительно целинных аналогов в слое 0-40 см в 1.5 раза, а легкообменного – почти в 4 раза. Об ухудшении снабжения растений калием свидетельствует также изменение термодинамических показателей – увеличение значений калийных потенциалов на фоне возрастания значений буферности и уменьшение величин ΔK_0 . Несмотря на это, калийное состояние лугово-каштановых почв мезопонижений оказывается достаточно устойчивым к воздействию агролесомелиоративной системы. Мелиорированные лугово-каштановые почвы остаются в градации хорошо обеспеченных по калию, так же как и их целинные аналоги. Агролесомелиорация не влияет негативно на запасы необменных форм калия.

Ключевые слова: агролесомелиорация, лугово-каштановые почвы, калий, термодинамические показатели калийного состояния почв.

Проблема обеспеченности калием сельскохозяйственных растений и лесных культур имеет особое значение в экстремальных условиях полупустыни. Известно, что калий регулирует процесс открытия и закрытия устьиц на листьях растений и процесс поглощения влаги корневыми клетками. Поэтому достаточная обеспеченность растений калием повышает устойчивость растений к засухам и неблагоприятному воздействию высоких и низких температур (Outlaw, 1983).

Основная цель данного исследования состояла в оценке влияния агролесомелиорации на калийное состояние лугово-каштановых почв. В глинистой полупустыне Северного Прикаспия эти почвы приурочены к отрицательным элементам микро- и мезорельефа. Лугово-каштановые почвы мезопонижений (падин) исследовались нами ранее (Кулакова, Соколова, 2003). Было показано, что смена нативных степных растительных ассоциаций падин массивными древесными насаждениями приводит к снижению содержания обменного и легкообменного калия, значений активностей ионов K^+ и к повышению калийных потенциалов в гумусовых горизонтах за счет более интенсивного поглощения калия древесными культурами. Данная работа посвящена исследованию калийного состояния лугово-каштановых почв западин – форм микрорельефа глубиной до 50 см и площадью до

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 09-04-00030).

нескольких десятков квадратных метров. Данные по калийному состоянию почв западин (целинных и мелиорированных) содержатся также в ряде работ (Колесников, Соколова, 2004; Колесников и др., 2006) и будут рассмотрены ниже. Лугово-каштановые почвы западин занимают около 25% площади трехчленного почвенного комплекса межпадинной равнины, состоящего из солонцов, лугово-каштановых и светло-каштановых почв. Это наиболее плодородные почвы региона исследований, однако их использование в земледелии без предварительной мелиорации почв солонцового комплекса невозможно из-за мелкой контурности почвенного покрова и неблагоприятных свойств солонцов.

На Джаныбекском стационаре Института лесоведения РАН в 50-х годах была разработана и успешно использована система агролесомелиоративных мероприятий (Биогеоценотические основы ..., 1974). Она включает в себя глубокую плантажную вспашку почв межкулисного пространства для вовлечения в пахотный слой гипса с целью рассолонцевания почв и создание снегонакопительных древесных кулис для получения дополнительной влаги, необходимой для рассоления почв.

Объекты и методы исследования

Исследовались целинные и мелиорированные почвы. Разрезы мелиорированных почв заложены в пределах Гослесополосы Чапаевск – Владимировка, в пространстве между однорядными кулисами вяза приземистого (*Ulmus pumila* L.), расстояние между которыми 18 м. Здесь ежегодно осуществляется вспашка межкулисного пространства как для поддержания процессов рассолонцевания, так и для сохранения влаги путем исключения десукции ее травянистой растительностью. Разрезы почв под целинной растительностью были заложены в межполосном пространстве.

Образцы отбирались из разрезов или прикопок в трехкратной повторности. Необменный калий определяли в вытяжке 2 н HCl по методу В.У. Пчелкина, обменный калий – в вытяжке 1 моль/дм³ CH₃COONH₄ по методу А.Л. Масловой (Воробьева, 1998). Буферность почв по отношению к калию оценивали по методу П. Беккета (Beckett, Nafady, 1967). Легкообменный калий определялся в 0.02 н CaCl₂ вытяжке, используемой при определении буферности почв по П. Беккету.

Результаты и обсуждение

Необменные, обменные и легкообменные формы калия. Содержание необменного калия отчетливо дифференцировано по профилю лугово-каштановых целинных и мелиорированных почв. Наблюдается высокое содержание необменного калия – 28-32 ммоль экв/кг (табл. 1), т. е. 132-150 мг K₂O/100 г и накопление его в верхней части почвенного профиля по сравнению с нижележащими горизонтами, где оно уменьшается в 2-3 раза.

Обогащенная необменным калием верхняя толща имеет мощность около 50 см. Одна из причин аккумуляции этого элемента в верхней полуметровой толще – получение дополнительного количества калия с талыми снеговыми водами, заполняющими понижения, что экспериментально показано Э.А. Корнблум для почв мезопонижений (Корнблум и др., 1972) района исследований; другая – биогенное накопление его в зоне максимального развития корневых систем растений.

Почвы, как под целинной растительностью, так и находящиеся в условиях агролесомелиорации, мало отличаются друг от друга по содержанию и запасам необменного калия (табл. 1).

Количество калия в вытяжке 1 моль/дм³ CH₃COONH₄ по методу А.Л. Масловой отражает общее содержание обменного калия на всех типах обменных позиций. В неё переходят также

ионы калия почвенного раствора и частично – калий, входящий в состав органических соединений (Прокошев, Дерюгин, 2000; Козлова и др., 2003).

Для оценки обеспеченности почв обменным калием были использованы шкалы, разработанные Ю.Г. Погореловым (1973) и Г.П. Гамзиковым (1982) для черноземов.

Лугово-каштановые почвы западин под целинной растительностью характеризуются высоким содержанием обменного калия в гумусовом горизонте – 12-16 ммоль экв К/кг почвы (табл. 1), т. е. 56.4-75.2 мг К₂O/100 г. Запасы обменного К в верхней 40 см толще составляют 56.9 кмоль/га. По грациям названных выше авторов, они относятся к высоко обеспеченным по калию.

Таблица 1. Содержание, ммоль экв/кг (в числителе) и запасы, кмоль/га (в знаменателе) разных форм калия в лугово-каштановых почвах западин (с глубины 40 см данные по индивидуальным разрезам).

Table 1. The content, mmol/kg (above the line) and the reserves, kmol/ha (under the line) of various potassium compounds in meadow-chestnut soils of micro-depressions (for the depths more than 40 cm the data obtained for individual profiles).

Глубина, см	0-3	3-20	20-40	40-70	0-40	0-70
Лугово-каштановая почва, целина						
Необменный	$\frac{29.8 \pm 1.5}{11.2 \pm 0.5}$	$\frac{29.8 \pm 1.5}{64.4 \pm 2.4}$	$\frac{31.0 \pm 3.7}{71.0 \pm 10.7}$	$\frac{17.2}{70.6}$	$\frac{\quad}{146.6 \pm 13.5}$	$\frac{\quad}{205.2}$
Обменный	$\frac{13.9 \pm 3.0}{5.0 \pm 0.6}$	$\frac{12.9 \pm 1.5}{26.5 \pm 1.1}$	$\frac{10.0 \pm 1.7}{25.4 \pm 3.4}$	$\frac{7.3}{30.0}$	$\frac{\quad}{56.9 \pm 2.0}$	$\frac{\quad}{86.7}$
Легкообменный	$\frac{0.32 \pm 0.14}{1.1 \pm 0.4}$	$\frac{0.28 \pm 0.06}{5.7 \pm 1.0}$	$\frac{0.20 \pm 0.03}{5.1 \pm 0.6}$	$\frac{0.2}{6.2}$	$\frac{\quad}{11.9 \pm 1.2}$	$\frac{\quad}{19.2}$
Лугово-каштановая почва, мелиорированная						
Необменный	$\frac{29.6 \pm 3.0}{10.5 \pm 0.4}$	$\frac{29.6 \pm 3.0}{59.5 \pm 3.0}$	$\frac{31.5 \pm 0.3}{77.3 \pm 7.7}$	$\frac{15.1}{65.6}$	$\frac{\quad}{147.1 \pm 4.2}$	$\frac{\quad}{214.9}$
Обменный	$\frac{7.9 \pm 0.0}{2.8 \pm 0.2}$	$\frac{7.9 \pm 0.0}{15.9 \pm 1.2}$	$\frac{7.05 \pm 1.2}{17.2 \pm 2.0}$	$\frac{4.4}{19.6}$	$\frac{\quad}{35.9 \pm 0.6}$	$\frac{\quad}{55.2}$
Легкообменный	$\frac{0.07 \pm 0.01}{0.3 \pm 0.1}$	$\frac{0.07 \pm 0.01}{1.5 \pm 0.3}$	$\frac{0.06 \pm 0.02}{1.5 \pm 0.8}$	$\frac{0.04}{1.7}$	$\frac{\quad}{3.2 \pm 1.1}$	$\frac{\quad}{4.4}$

В почвах агролесомелиоративной системы в результате поглощения К растительностью кулис, перемешивания гумусового и нижележащего горизонта и усиления процессов минерализации органического вещества благодаря снегонакопительной функции кулис, содержание обменного калия в верхнем слое мощностью 20 см снижается до 7.9 ммоль экв К/кг почвы (табл. 1), т. е. почти в 2 раза. Запасы обменного калия в слое 0-40 см исследованных нами почв, находящихся в агролесомелиоративной системе, уменьшаются относительно целинных почв до 35-37 кмоль/га. Тем не менее, почвы остаются в разряде высоко обеспеченных по калию (Погорелов, 1973; Гамзиков, 1982).

В работе А.В. Колесникова (Колесников и др., 2006) также отмечено сокращение содержания обменных форм калия в пахотных горизонтах лугово-каштановых почв по сравнению с гумусовыми горизонтами почв под целинной растительностью. Однако, оно не так существенно – с 14.0±0.0 до 12.1±0.1 ммоль/кг почвы при n=3, т.е в 1.2 раза. При этом в почвах, исследованных А.В. Колесниковым, содержание гумуса в пахотных горизонтах также сокращается в 1.2 раза, а в почвах, исследованных нами – примерно в 2.5 раза. Так как

исследования А.В. Колесникова проводились на 10 лет позже, чем наши, можно предположить, что отмеченные различия связаны с массовым усыханием культур вяза, наблюдаемым в этот в этот промежуток времени. Увеличение содержание гумуса и обменного калия в этот период можно объяснить уменьшением потребления калия растениями кулис и гумификацией отмерших корней погибших деревьев.

В 0.02 н CaCl_2 вытяжку переходит легкообменный калий, находящийся на наименее специфических по отношению к нему позициях на поверхности глинистых минералов, а также калий органических соединений. Это ближайший резерв питания растений (Соколова, 1987; Козлова, 2003; Прокошев, Дерюгин, 2004).

В верхней части гумусового горизонта целинных лугово-каштановых почв (0-3 см) содержание легкообменного калия составляет 0.24-0.46 ммоль/кг или 1.13–2.16 мг $\text{K}_2\text{O}/100$ г, снижаясь до 0.2 ммоль/кг на глубине 20-40 см (табл. 1) и до 0.03 ммоль/кг в нижележащих горизонтах.

При мелиорации содержание легкообменного калия в почве межкулисного пространства существенно понижается: в пахотных горизонтах – до 0.06-0.08 ммоль/кг (табл. 1), т. е. до 0.28–0.38 мг $\text{K}_2\text{O}/100$ г. Запасы легкообменного калия в 40 см слое мелиорированных почв уменьшаются: в целинных почвах они достигают значения 11.9 кмоль/га, в мелиорированных почвах – 3.2 кмоль/га (табл. 1).

В литературе (Колесников, Соколова, 2004) имеются сведения о снижении активностей иона K^+ (измеренных при соотношении почва: раствор 1:2.5) в пахотных горизонтах мелиорированных почв по сравнению с целинными с 0.000247 ± 0.000031 до 0.000076 ± 0.000002 моль/л, т. е. более, чем в 3 раза, что может быть связано с сокращением содержания легкообменного калия.

Таким образом, запасы обменного калия в исследованных почвах под влиянием агролесомелиорации снижаются в 1.5 раза, а легкообменного – почти в 4 раза, в то время как запасы необменного калия в результате агролесомелиоративных мероприятий практически не изменяются. Очевидно, растения могут не использовать резервы необменного, т. е. более труднодоступного калия до тех пор, пока содержание более легкоусвояемых его соединений остается достаточно высоким. Уменьшение запасов калия в мелиорированных почвах происходит, таким образом, прежде всего за счёт его наиболее легкообменной части, доступной растениям.

Между содержанием обменных и легкообменных форм калия в исследованных почвах имеется тесная корреляционная зависимость с коэффициентом корреляции Ч.Э. Спирмена 0.95 при $\alpha < 0.005$. Очевидно, содержание и распределение по профилю этих форм калия контролируется одними и теми же факторами. Так как эти показатели имеют прямые зависимости от распределения гумуса в исследованных почвах (рис. 1), характеризующиеся коэффициентами корреляции Ч.Э. Спирмена 0.86 и 0.88, значимыми при $\alpha < 0.05$, можно предположить, что содержание органического вещества – основной фактор, влияющий на содержание обменных форм калия.

Содержание необменного калия, напротив, не зависит от количества гумуса. Это значит, что в исследованных почвах органическое вещество не способно к прочному закреплению калия, хотя есть данные, что в некоторых почвах происходит фиксация калия органическим веществом (Deist, 1978).

Отмечена корреляция между содержанием обменного калия и процентным содержанием тонко-пылеватой фракции (при расчетах использовались данные А.В. Колесникова (2004) по содержанию и минералогическому составу илистой фракции лугово-каштановых почв Джаныбекского стационара, относящиеся к достаточно типичным для данной территории почвенным профилям). Коэффициент корреляции Ч.Э. Спирмена составляет 0.91 и значим

при $\alpha < 0.005$, что можно объяснить совместным влиянием нескольких факторов. Во-первых, содержание пылевой фракции изменяется по профилю целинных и мелиорируемых почв так же, как и содержание гумуса, т. е. снижается с глубиной. Во-вторых, в пылевой фракции, по всей вероятности, присутствуют прочные агрегаты, состоящие из более тонких частиц различного состава, сцементированных органическим веществом, которые не разрушаются при выделении фракций и при подготовке почвы к гранулометрическому анализу. В процессе определения калия по методу А.Л. Масловой сорбционные центры на этих частицах могут оказаться доступными, и находящийся на них калий может вытесняться в раствор. Кроме того, иллитам в составе тонкопылевой фракции свойственно большее количество дефектов кристаллической решётки, по сравнению с иллитами, представленными более тонкими фракциями, что способствует вытеснению калия в раствор нейтральной соли (Reichenbach, Rich, 1969).

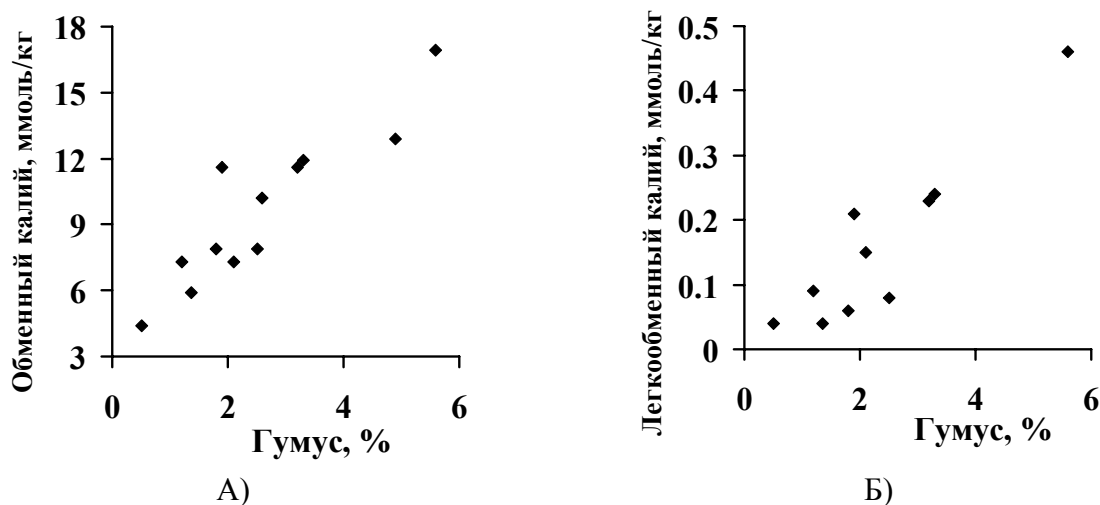


Рис. 1. Зависимость между содержанием гумуса и содержанием обменного калия (А) и легкообменного калия (Б) в исследованных почвах. **Fig. 1.** The correlation between the content of exchangeable and readily-exchangeable potassium (А) and between the readily-exchangeable potassium and humus content (Б).

Не выявлено значимых корреляций между содержанием необменного, обменного, легкообменного калия и содержанием иллитовой фракции, иллитов и лабильных силикатов в ее составе в пересчете на почву в целом. Отсутствие зависимости количества необменного калия от содержания иллитов, которую можно было бы ожидать, частично связано с тем, что вытяжка по методу В.У. Пчелкина – это достаточно сильный кислотный реагент, и количество калия, которое в нее переходит, зависит не только от содержания иллитов, но и от степени их дисперсности и выветрелости. Возможен также переход в вытяжку, определенную по методу В.У. Пчелкина калия из иллитов, находящихся не только в иллитовой, но и в более крупных фракциях (Козлова, 2003).

Термодинамические показатели калийного состояния почв. Анализ литературы показывает, что в большинстве почв кривые буферности, определяемой по методу П. Беккетта, как правило, имеют два участка – верхний, близкий к прямолинейному и нижний – криволинейный, асимптотически приближающийся к оси ординат. Пересечение прямолинейного участка с осью ординат соответствует количеству калия, которое находится на неспецифических обменных позициях, пересечение с осью ординат криволинейного участка изотермы – количеству калия на специфических и неспецифических обменных позициях (Beckett, Nafady, 1967; Медведева, 1975; Соколова, 1987). В гумусовых горизонтах

на форму изотерм обмена и значения буферности оказывает влияние и содержание гумуса (Роопи, 1990; Соколова, Куйбышева, 1988).

Несмотря на преобладание в составе тонких фракций лугово-каштановых почв иллитов и лабильных минералов (Талызина и др., 1994; Колесников, 2004), криволинейный участок изотермы целинных почв выражен слабо и заметен только в образцах из гумусового горизонта и горизонта $B3Ca^2$ почвы разреза № 1 (рис. 2, А и С). В первом случае изменение угла наклона изотермы связано, вероятно, с наличием низко селективных к калию обменных позиций на органическом веществе почвы, которые заполняются только при высоких значениях AR_0 , и более селективных сорбционных центров на поверхности глинистых минералов, которые заполняются калием при более низких значениях AR_0 .

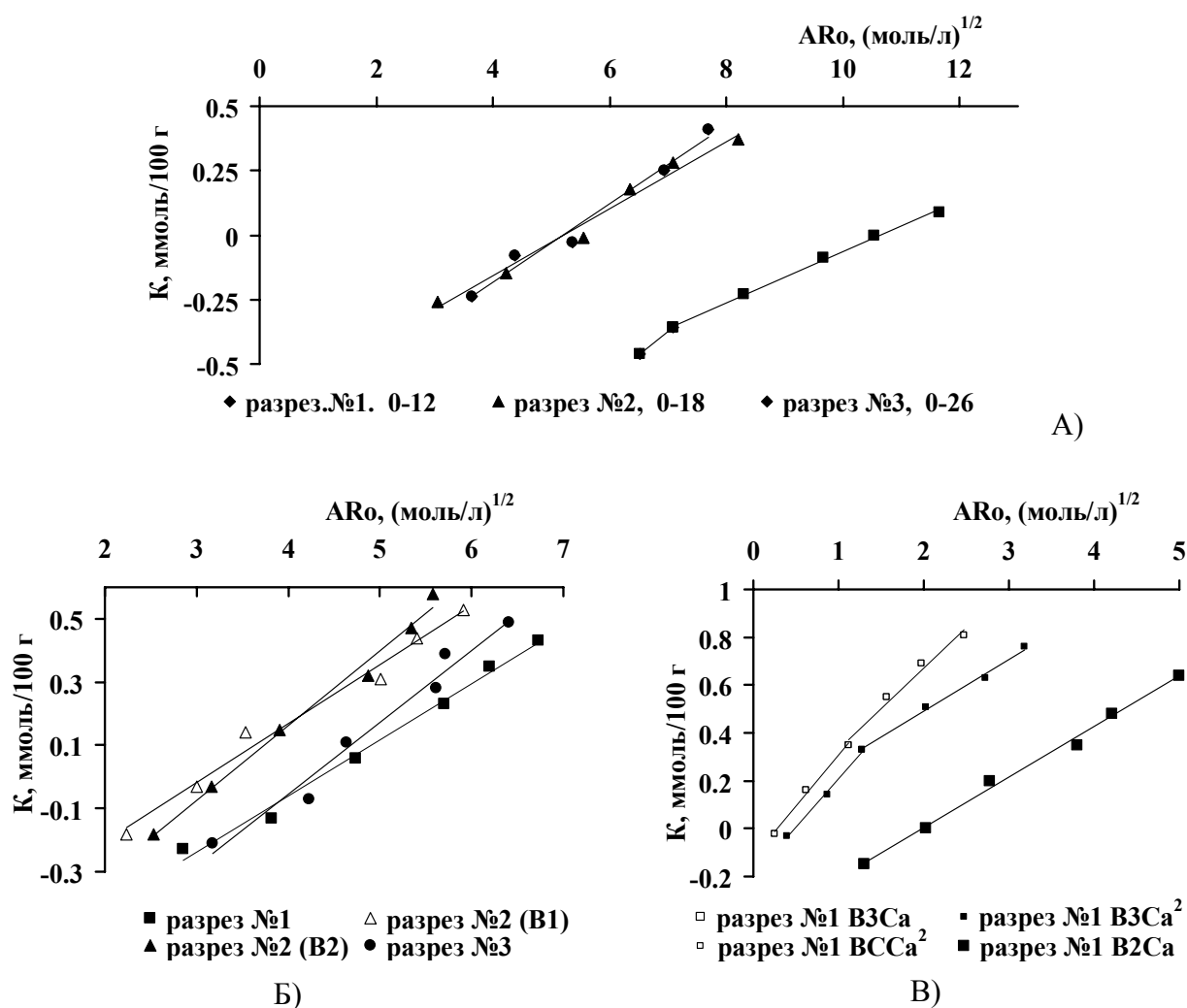


Рис. 2. Изотермы обмена в целинных лугово-каштановых почвах западин: А – в гумусовых, Б – иллювиальных, В – иллювиально-карбонатных горизонтах. **Fig. 2.** The PBC^k curves for samples of virgin meadow-chestnut soils of micro-depressions: А – humus horizons, В – illuvial horizons, С – calcareous horizons.

В горизонте $B3Ca$ наличие двух участков, вероятно, связано с особенностями состава глинистых минералов, которые в рамках данной работы специально не изучались.

Для остальных горизонтов целинных лугово-каштановых почв форма кривой PBC^k близка к прямой (рис. 2). Этот факт можно объяснить высоким зарядом лабильных

минералов, что сближает их с иллитами в отношении энергии связи с калием.

В мелиорированных лугово-каштановых почвах на кривых PBC^k во всех горизонтах регистрируются два участка – нижний с большим углом наклона к оси абсцисс и верхний, более пологий (рис. 3). Вопрос о причинах выявленных различий между целинными и мелиорированными почвами в форме кривых PBC^k в рамках данной работы не был решён, но можно предполагать, что указанные различия связаны с изменением физического состояния глинистого материала, в частности, с увеличением степени дисперсности за счёт ежегодной перепашки и рыхления на фоне дополнительного увлажнения талыми снеговыми водами.

Варианты расчёта величин буферности почв по отношению к калию зависели от формы изотерм. Линейную буферность рассчитывали по линейному уравнению для всех точек кривой, если она имела прямолинейную форму. В тех случаях, когда изотермы состояли из двух прямолинейных участков, пересекающихся под углом, показатели линейной буферности рассчитывались по верхним отрезкам, характеризующим обмен на неспецифических позициях, а тангенциальной – по нижним, характеризующим сорбцию на наиболее селективных к калию позициях. Показатели линейной буферности для верхних участков изотерм оказалось возможным рассчитать только в двух случаях – для гумусового горизонта целинной почвы (разрез № 1) и пахотного горизонта мелиорированной почвы (разрез № 5).

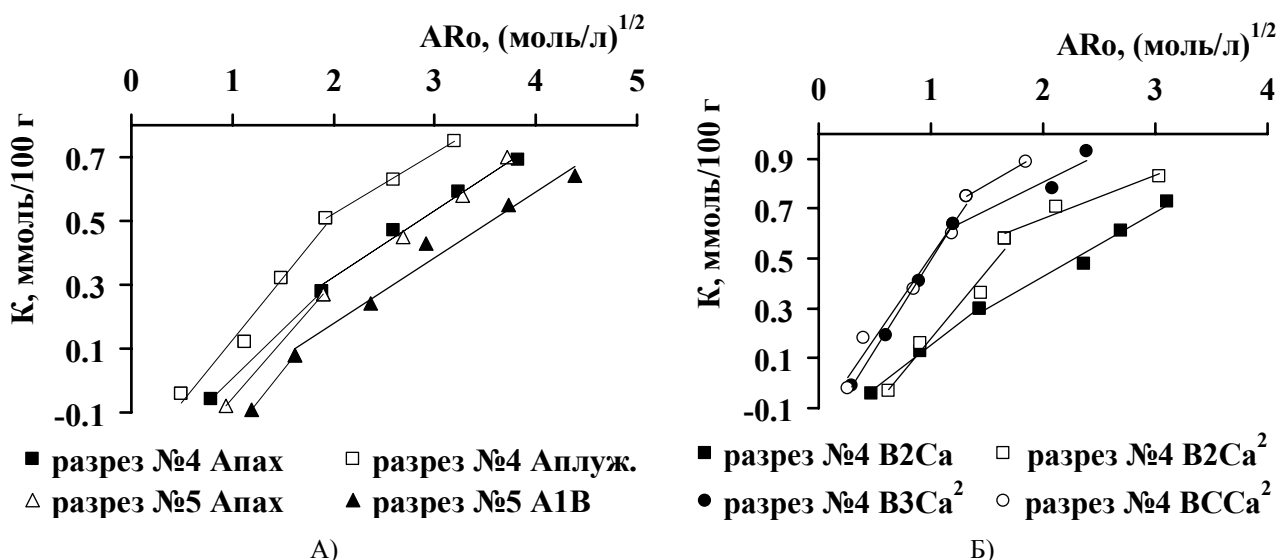


Рис. 3. Изотермы обмена в мелиорированных лугово-каштановых почвах западин: А – в горизонтах А пах и АВ, Б – в иллювиально-карбонатных горизонтах. **Fig. 3.** The PBC^k curves for samples of reclaimed meadow-chestnut soils of micro-depressions: А – ploughed horizons, В – illuvial horizons and calcareous horizons.

Активность иона калия в растворе исследованных лугово-каштановых почв снижается с глубиной, а сумма активностей ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} не подвержена существенным изменениям по горизонтам (Колесников, 2004). Поэтому в целинных почвах значения AR_o и AR_{tg} (представляющие соотношение aK^+ и $\sqrt{a(Ca^{2+} + Mg^{2+})}$ в равновесном растворе) в гумусовом горизонте максимальны (от 10.63 и 9.5 до 5.17 (моль/л)^{1/2}), убывая вниз по профилю (табл. 2).

В условиях агролесомелиорации значения AR_o в пахотных горизонтах снижаются в несколько раз по сравнению с гумусовыми горизонтами (табл. 2) в связи со снижением активности ионов K^+ при незначительном изменении активностей щелочноземельных элементов (Колесников, 2004).

Значения калийных потенциалов (КП) рассчитывали как $(-lg AR_o)$ или как $(-lg AR_{tg})$, в

зависимости от того, какая часть изотермы пересекала ось абсцисс. Значения КП в мелиорированных почвах увеличились на 1-0.5 единиц, что свидетельствует о снижении уровня калийного питания растений в мелиорированных почвах.

Таблица 2. Термодинамические показатели калийного состояния лугово-каштановых почв западин (данные по индивидуальным разрезам). **Table 2.** The thermodynamic parameters of potassium status of meadow-chestnut soils of micro-depressions (the data obtained for individual profiles).

Почва	№ разреза	Глубина, см	Параметры линейной буферности			Параметры тангенциальной буферности			ΔK_x	КП
			ΔK_0 и ΔK_L Ммоль/ 100 г	$AR_0 \times 10^{-3}$ (моль) ^{1/2}	PBC ^к	ΔK_{tg} Ммоль/ 100 г	$AR_{0tg} \times 10^{-3}$ (моль) ^{1/2}	PBC ^к _{tg}		
Лугово-каштановая, целина	№ 1	0-12	<i>1.02*</i>	<i>10.63</i>	95	1.62	9.50	170	0.60	1.97
		12-30	0.77**	4.34	177	-	-	-	-	2.36
		30-70	0.42	1.99	211	-	-	-	-	2.7
		70-109	0.41	1.74	238	-	-	-	-	2.78
		109-170	-	-	-	0.2	0.49	408	-	3.31
		170...	0.12	0.28	423	-	-	-	-	3.55
	№ 2	0-16	0.68	5.23	130	-	-	-	-	2.28
		16-31	0.57	3.1	186	-	-	-	-	2.51
		31-45	0.78	3.31	237	-	-	-	-	2.48
	№ 3	0-26	0.79	5.17	152	-	-	-	-	2.28
		26-37	0.97	4.24	229	-	-	-	-	2.37
	Лугово-каштановая, мел.	№ 4	0-24	-	-	-	0.3	0.98	306	-
24-42			-	-	-	0.41	0.85	482	-	3.07
42-95			0.14	0.51	277	-	-	-	-	3.3
95-121			-	-	-	0.38	0.66	576	-	3.18
121-157			-	-	-	0.23	0.32	718	-	3.49
157-180			-	-	-	0.15	0.23	652	-	3.64
№ 5		0-38	<i>0.18</i>	<i>0.75</i>	240	0.42	1.17	360	0.24	2.93
		38-58	-	-	-	0.56	1.4	400	-	2.85

Примечания: * – курсивом выделены показатели линейной буферности, рассчитанные для верхних прямолинейных участков изотерм; ** – жирным шрифтом выделены показатели линейной буферности, рассчитанные для изотерм, имеющих прямолинейную форму. Notes: * – the italic type is

referred to the linear PBC^k calculated for the upper linear parts of isotherms; ** – the medium-face type is referred to the linear PBC^k calculated for isotherms of linear shape.

В гумусовых горизонтах целинных почв значения ΔK_0 , характеризующие количество калия на неспецифических обменных позициях и значения ΔK_L и ΔK_{tg} , характеризующие суммарное количество калия, участвующего в процессе десорбции, в гумусовых горизонтах достигают величин 1.02 (разрез № 1), 0.75 ± 0.07 (разрезы № 1-3) и 1.62 (разрез № 1) ммоль/100 г почвы соответственно (табл. 2). В пахотных горизонтах мелиорированных почв величины этих показателей уменьшаются (значения ΔK_0 в 5.7 раза – до 0.18 ммоль/100 г почвы в разрезе № 5, а значения ΔK_L и ΔK_{tg} в 2.5-3.8 раза – до 0.3 и до 0.42 ммоль/100 г почвы в разрезах № 4 и № 5 соответственно), что отражает соответствующее сокращение содержания обменных и легкообменных форм калия при мелиорации. Значения ΔK_x (количество калия на специфических сорбционных позициях) в пахотных горизонтах также понизились с 0.60 (разрез № 1) до 0.24 (разрез № 5) ммоль/100 г, т. е. в 2.5 раза.

В результате агролесомелиоративных приемов буферность к калию пахотных горизонтов возрастает по сравнению с гумусовыми горизонтами целинных почв (табл. 2). Математически это связано с бóльшим снижением значений AR_0 по сравнению с величинами ΔK_0 . Физический смысл выявленной закономерности заключается, вероятно, в том, что распашка приводит к снижению содержания органического вещества, наименее селективного к калию и, следовательно, к увеличению относительной доли более селективных к калию позиций на глинистых минералах. Кроме того, как отмечалось выше, распашка и рыхление могли привести к увеличению степени дисперсности глинистого материала и, соответственно – к возрастанию абсолютного количества селективных к калию сорбционных центров.

Поскольку органическое вещество может экранировать обменные позиции на глинистых минералах, препятствуя поглощению калия, и поскольку в гумусовых горизонтах понижено содержание ила, между значениями буферности и содержанием гумуса во всех исследованных образцах прослеживается отрицательная зависимость. Коэффициент корреляции Ч.Э. Спирмена равен (-0.85) при значимости 0.0003.

В горизонтах A1, A1B и B2 целинных почв отмечается прямая корреляционная зависимость между значениями PBC^k , PBC^k_{tg} и содержанием илистой фракции, иллитов и лабильных минералов в ней, рассчитанных от веса почвы. Коэффициенты корреляции соответственно равны 0.72, 0.69 и 0.85 при значимости < 0.002 . В нижних горизонтах корреляция между этими показателями отсутствует, т. к. последние показатели остаются практически постоянным, а значения буферности возрастают с глубиной, что определяется уменьшением с глубиной активности иона K^+ . В пахотных горизонтах мелиорированных почв эти зависимости отсутствуют из-за слабой дифференциации профиля по содержанию илистой фракции, иллитов и лабильных силикатов.

Выводы

1. Целинные лугово-каштановые почвы западин отличаются высоким содержанием и аккумулятивным характером распределения по профилю необменных, обменных и легкообменных соединений калия.

2. Агролесомелиорация не оказывает заметного влияния на содержание и запасы необменных форм калия в лугово-каштановых почвах, но приводит к сокращению содержания и запасов обменного и легкообменного калия и к увеличению калийного потенциала, но при этом почвы остаются в градации хорошо обеспеченных обменным калием. Запасы в почве легкообменных форм калия под влиянием агролесомелиорации

сокращаются в большей степени, чем запасы обменных форм

3. В мелиорированных лугово-каштановых почвах наблюдается увеличение буферности по отношению к калию по сравнению с целинными аналогами за счет того, что величины AR_0 снижаются при мелиорации в большей степени, чем значения ΔK_0 .

5. И в целинных, и в мелиорированных лугово-каштановых почвах выявляется тесная прямая линейная корреляция между содержанием обменного и легкообменного калия и количеством органического вещества. Значения калийной буферности в целинных и мелиорированных лугово-каштановых почвах определяются содержанием гумуса, а в целинных почвах – также содержанием илистой фракции, иллитов и лабильных минералов илистой фракции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Биогеоэкологические основы освоения полупустыни Северного Прикаспия. 1974. М.: Наука. 360 с.
- Воробьева Л.А. 1998. Химический анализ почв. М.: МГУ. 272 с.
- Гамзиков Г.П. 1982. Почвенная диагностика питания растений и применения удобрений на чернозёмах // Особенности формирования и использования почв Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск: Наука. С. 191-204.
- Козлова О.Н. 2003. Изменение калийного состояния чернозёмов и подзолистых почв разного гранулометрического и минералогического состава при внесении калийных удобрений. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: МГУ. 24 с.
- Колесников А.В. 2004. Закономерности катионного обмена в целинных и мелиорированных лугово-каштановых почвах Северного Прикаспия (на примере почв Джаныбекского стационара). Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: МГУ. 24 с.
- Колесников А.В., Соколова Т.А. 2004. Активность ионов кальция, натрия и калия в лугово-каштановых почвах Северного Прикаспия // Вестник МГУ. Серия 17. Почвоведение. № 3. С. 23-33.
- Колесников А.В., Соколова Т.А., Сиземская М.Л. 2006. Характеристика поглощающего комплекса лугово-каштановых почв Северного Прикаспия (Джаныбекский стационар) // Почвоведение. № 2. С. 179-189.
- Корнблум Э.А., Дементьева Т.Г., Зырин Н.Г., Бирин А.Г. 1972. Некоторые особенности процессов передвижения и преобразования глинистых минералов при образовании южного и слитого черноземов, лиманной солоди и солонца // Почвоведение. № 5. С. 107-114.
- Кулакова Н.Ю., Соколова Т.А. 2003. Влияние лесных культур на состояние калия и фосфора в черноземовидных почвах больших падин полупустынной зоны Северного Прикаспия // Вестник МГУ. Серия 17. Почвоведение. № 3. С. 14-22.
- Медведева О.П. 1975. Методы определения калия в почве // Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука. С. 219-227.
- Погорелов Ю.Г. 1973. Агрохимическая характеристика почв и применение удобрений. Краснодар: КГУ. С. 163-167.
- Прокошев В.В., Дерюгин И.П. 2000. Калий и калийные удобрения. М.: Ледум. 184 с.
- Соколова Т.А. 1987. Калийное состояние почв. М.: МГУ. 48 с.
- Соколова Т.А., Куйбышева И.П. 1988. Калийный потенциал и потенциальная способность почв по отношению к калию // Почвоведение. № 3. С. 40-42.
- Талызина И.В., Соколова Т.А., Кулакова Н.Ю., Сапанов М.К. 1994. Химико-минералогическая характеристика и некоторые показатели калийного состояния черноземовидной почвы и лиманной солоди // Почвоведение. № 9. С. 61-67.

- Beckett P.H.T., Nafady M.H.M. 1967. Potassium – calcium exchange equilibria in soils: the location on non-specific (Gapon) and specific exchange sites // *Journal of Soil Science*. Vol. 18. № 2. P. 59-67.
- Deist A. 1978. Factors affecting the availability of potassium in soils. Potassium Research. Review and Trends // 11th Congress the International Potash Institute. P. 75-97.
- Outlaw W.H. 1983. Current Concepts on the role of potassium in stomatal movements // *Physiol. planta*. Vol. 59. № 2. P. 302-311.
- Poonia S.R., Niederbudde E.A. 1990. Exchange equilibrium of potassium in soils. V. Effect of natural organic matter on K-Ca exchange // *Geoderma*. Vol. 47. Issues 3-4. P. 233-242.

EFFECT OF SILVICULTURE AMELIORATION ON POTASSIUM STATUS IN MEADOW-CHESTNUT SOILS IN CLAYEY SEMI-DESERT

© 2010. N.Yu. Kulakova*, T.A. Sokolova**

**Institute of Forest Science of Russian Academy of sciences*

Russia, 143030 Moscow area, Odintsovskii dist., Uspenskoe, Sovetskaja str., 21. E-mail: nkulakova@mail.ru

***Moscow state M.V. Lomonosov university, Soils science faculty, Department of soils chemistry*

Russia, 119991 Moscow, Vorobiev Gory, MSU, block 1, build. 12, GSP-1. E-mail: sokolt65@mail.ru

Abstract. The specific system of agrosilviculture has been developed for soils of solonetz complex on the Dzhanybek Research Station (Institute of Forest Science RAS). The system is thought to be an environmentally safe alternative to land irrigation system. This study was aimed at the estimation of the effect of silviculture amelioration on the reserves of various potassium compounds in meadow-chestnut soils which are the most fertile soils of the solonetz complex.

It was found that the reserves of exchangeable and readily-exchangeable potassium in ploughed layer (0-40 cm) of meadow-chestnut soils in agrosilviculture system were 1.5-4 times lower than those in the virgin soils. The changes in thermodynamic parameters of potassium status (the decrease in values of ΔK_0 and AR_0 and the increase in PBC^k values) indicated lower potassium supply of reclaimed meadow-chestnut soils. However according to the gradation system accepted ameliorated soils were attributed to well-supplied with potassium as well as soils under virgin vegetation. The agrosilviculture did not influence the reserves of non-exchangeable potassium in soils studied.

Key words: silviculture amelioration, meadow-chestnut soils, potassium, thermodynamic parameters of potassium status