

ТРАНСФОРМАЦИИ ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ ПОЧВ ПЕСЧАНЫХ ПУСТЫНЬ ПОД РАЗНЫМИ ТИПАМИ САКСАУЛЬНИКОВ*

© 2014 г. Н. П. Чижикова, М. П. Лебедева

*Почвенный институт им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии,
119017, Москва, Пыжевский пер., 7
e-mail: chizhikova38@mail.ru*

Впервые в результате экспериментального изучения влияния саксаула черного (*Haloxylon ammodendron*) и белого (*Haloxylon persicum*) на минералогический состав тонкодисперсных фракций пустынных песчаных почв установлены различия в трансформации минералов под разными видами саксаулов. Это явление объясняется с позиций отличий в биогеохимическом круговороте элементов под черным саксаулом, и, как следствие этого, высоким содержанием натрия в опаде и последующим образованием соды в профиле почв. Последнее вызывает подщелачивание почвенных растворов и трансформацию минералов под влиянием щелочного гидролиза.

Ключевые слова: Каракумы, песчаные почвы, минералогический состав, тонкодисперсные фракции, саксаул черный.

Роль растительных сообществ в формировании почвенных профилей и почвенного покрова давно интересовала почвоведов, в том числе на территориях песчаных пустынь (Гаэль, 1939; Гунин и др., 1969; Гунин, 1990; Родин, Базилевич, 1965; Базилевич и др., 1972; Базилевич, Чижикова, 1977 и др.). Наиболее перспективными являются исследования, проводимые в заповедниках с длительной историей наблюдений за функционированием экосистем. Такой территорией является Репетекский заповедник, которому присвоен статус биосферного в связи с включением его в международную сеть ЮНЕСКО, и который является экологическим центром в Восточных Каракумах (Гунин и др., 1985).

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 12-04-00990а.

Восточные Каракумы, занимающие 29 тыс. км² – сложная в природном отношении территория, на которой важное значение с точки зрения экологического рефугиума для многих животных и растительных организмов песчаной пустыни имеют сообщества из черного саксаула с солончаковатыми почвами биогенного происхождения с непромывным водным режимом (Гунин, Вейисов, 1987; Гунин, 1990). Экосистемы Восточных Каракумов, расположенные на древнеаллювиальной равнине пра-Амударьи и ее протоков, прошли гидроморфную и полугидроморфную стадии развития (Гунин, Вейисов, 1987). Окончательное оформление структуры экосистем происходило в позднеплейстоценовый и раннеголоценовый периоды. В настоящее время развитие экосистем в основном подчинено влиянию золового фактора. По мнению Гунина, Вейисова (1987), климатические условия с конца прошлого века определяют естественный процесс развития автоморфных экосистем, проявляющийся в постепенном зарастании барханных песков и формировании ксероморфных сообществ, сложенных тремя монодоминантными ярусами (кустарниковым, травяным и моховым).

Проблема рационального использования растительных ресурсов пустыни и повышение продуктивности аридных пастбищ методами фитомелиорации всегда имела большое значение (Гаель, 1975; Шамсутдинов, 1975) и приобретает все большую актуальность в настоящее время в условиях аридизации климата (Christmann et al., 2009). К одним из основных средообразующих эдификаторов и экономически важных видов относится черный саксаул (*Haloxylon aphyllum* (Minkw.) Pjin, Chenopodiaceae (саксаул безлистный, черный) (Курочкина и др., 1986; Pyankov et al., 1999; Акжигитова и др., 2003; Ginsburger et al., 2003; Toderich et al., 2009). *H. aphyllum* – это древовидный кустарник высотой 1–9 м с фотосинтезирующими суккулентными побегами, распространенный на аллювиальных равнинах современных и древних речных русел, в понижениях и обширных котловинах пустынь Центральной Азии. Во взрослом состоянии *H. aphyllum* сочетает признаки ксерофита и галофита, благодаря чему может произрастать от пресных песков до солончаковых и гипсовых субстратов, образуя огромные, протяженностью в десятки километров, популяции (Нечаева, 1958; Никитин, 1966; Курочкина и др., 1986; Ginsburger et al., 2003).

Целью исследований являлся анализ поведения минералов фракция илистой (<1 мкм), тонкой (1–5 мкм) и средней (5–10 мкм) пыли под влиянием произрастания саксаулов, попытка связать различия в биокруговороте элементов в белых и черных саксаульниках с процессами трансформации минералов тонкодисперсных фракций.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Образцы отбирали по генетическим горизонтам для сравнения формирования профилей почв под разными типами саксаулов, а также выделяли мелкозем с корневых систем белого и черного саксаулов для анализа трансформации минералов в прикорневой среде.

Аналитико-инструментальный метод использовали для количественного определения минералов тонкодисперсных фракций выделенных из образцов почв. Выделение фракций менее 1 мкм, 1–5, 5–10 мкм проводили методом седиментации по Н.И. Горбунову (1963). Коагуляцию вели раствором хлористого магния. Диагностику минералов осуществляли в образцах фракций размерностью менее 1, 1–5, 5–10 мкм, высаженных на покровные стекла из водной суспензии. Рентгеносъемку проводили на универсальном рентгенодифрактометре фирмы Карл Цейс Йена (Германия). Образцы снимали в воздушно-сухом состоянии, после сольватации их этиленгликолем, после прокаливания в течение 2 ч при температуре 550°C. Для диагностики хлорита использовали обработку образцов 0.5 М HCl. Соотношение основных минеральных фаз во фракциях менее 1 мкм рассчитывали по методу Бискайя (Biskay, 1968), во фракциях 1–5, 5–10 мкм по методу Кука (Cook et al., 1975).

Объектами исследования служили минералы тонкодисперсных фракций, выделенные из пустынных почв, сформировавшихся под саксаульниками (рис. 1).

Изучение влияния различных видов растений песчаных пустынь на почвообразование проводили в илаковом черносаксаульнике межгрядового понижения на песчано-пустынной станции Репетек в Юго-Восточных Каракумах. По данным Н.И. Базилевич и др. (1972), проективное покрытие черного саксаула (*Haloxylon ammodendron*, основной эдификатор) – 20%, белого саксаула (*Haloxylon persicum*) – 1%, другими древесными и кустарниковыми – 8%, и 71% занято илаком (*Carex physodes*).



Рис. 1. Вид ландшафта с песчаными барханами под зарослями черного саксаула.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.

Основой песков, на которых произрастали перечисленные выше виды растительности, и которые являются почвообразующей породой, послужили аллювиальные отложения пра-Амударьи-каракумской толщи, переработанной золовыми процессам. По С.В. Вейисову (1975) эти отложения в Репетеке представлены косослоистой песчаной толщей с линзами и прослоями глин и супесей мощностью от нескольких сантиметров до 1 м и более с включениями линзообразных скоплений галек. В верхних горизонтах часто встречаются скопления кристаллов “репетекского” гипса. Аллювиальные пески каракумской свиты обычно полиминеральные, кварцево-полевошпатовые с большим количеством слюды.

Полученные данные по петрографическому составу песка под саксаулом аналогичны материалам полученным С.В. Вейисовым (1976). В почвах содержание песка среднего (фракция 0.25–0.05 мм) колеблется от 65 до 75%, физической глины (фракция <0.01 мм) – 5–6%, в том числе ила (<0.001 мм) 4–5%. По П.Д. Гунину, В.Я. Дарымову (1969) в почвах Репетека содержание фракции 0.1–0.05 мм составляет 45–50%, 0.25–0.1 мм около 40%, пыли и ила ~2%.

Песчаные фракции состоят из кварца (30–50%), полевых шпатов (10–20%), большого количества слюд, как мусковит-серицитового, так и биотит-флогопитового типов, разной размерности и степени выветрелости, встречаются листочки хлорита.

Минералы легких фракций представлены полевошпатово-кварцевой ассоциацией, тяжелой фракции – эпидотово-амфиболовой. Зерна кварца угловатые, угловато-окатанные, с пузырьками газа и жидкости, с включениями циркона, турмалина, полевых шпатов, слюд черного цвета, с кавернозными углублениями (результат выветривания – почвообразования).

Полевые шпаты представлены калиевыми разновидностями (ортоклазом и микроклином), реже – плагиоклазами. Зерна обычно угловатые, угловато-окатанные, интенсивно измененные, часто корродированные, иногда полностью пелитизированные. В Каракумской свите полевых шпатов – 15–20% (Хабаров, 1976; Гаель, Хабаров, 1979). В легкой фракции обломки слюд представлены мусковитом, биотитом, зеленой слюдой. Обломки имеют вид тонких бесцветных или буровато-зеленых листочков (пластин) с загнутыми краями. Изменения выражаются в обесцвечивании, ожелезнении по всему профилю почв. Карбонаты (кальцит) – представлены округлыми, призматическими неправильной формы зернами, а также в виде глинистых агрегатов. Зерна карбонатов не только остаточные, но и почвообразованные в результате минерализации растительных остатков, особенно в мелких фракциях (хемогенный кальцит).

Несмотря на существенную изреженность растительного покрова в песчаных пустынях неоднократно (Дубянский, 1928; Гаель, 1939; Зонн, Леонтьев, 1942; Гунин, Дарымов, 1969) подчеркивалась ярко выраженная комплексность почвенного покрова, обусловленная функционированием различной растительности. Последнее связывалось с различиями в биогеохимической деятельности растений. Наибольший интерес вызывало изучение биогеохимического круговорота элементов под саксаулами и выявление особенностей формирования почв под ними. В проведенных ранее работах подчеркивались различия в круговороте элементов под черными и белыми саксаулами, обусловленные различиями в биогеохимии и продуктивности данных растений (рис. 2).

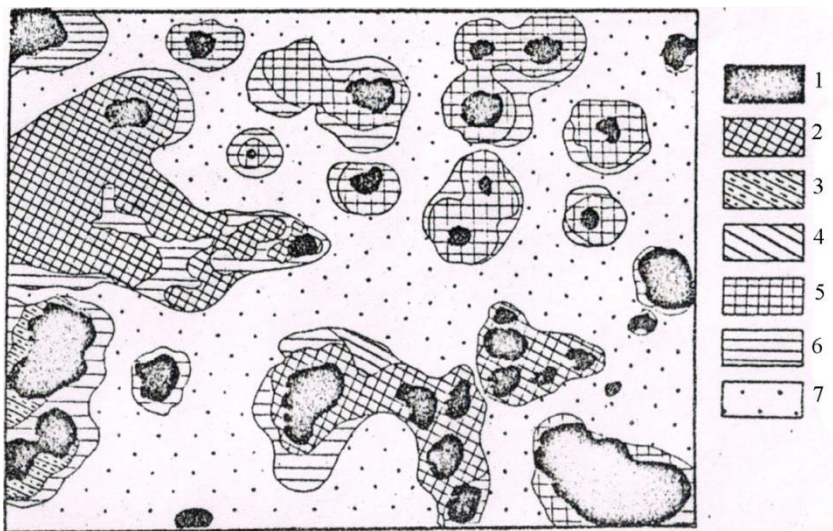


Рис. 2. Мозаичность биогенного засоления поверхностных (0–30 см) горизонтов (корка, подкорка) песчаных пустынных почв в экосистемах черных саксаульников по долинообразным понижениям Восточных Каракумах (по Гунину, 1990). I – под кроной черного саксаула: 1 – солончак содовый, мертвопокровный в приствольной части; 2 – сильнозасоленная, содово-хлоридная почва под густым травяным покровом из сведы дуголистной; 3 – средnezасоленная, хлоридная почва под кохией зубчатокрылой; 4 – слабозасоленные, хлоридные почвы под лондезией; 5 – слабозасоленные, хлоридно-сульфатные почвы под разнотравными, ромашково-злаковыми группировками; II – по периферии крон черного саксаула и под высокими особями: 6 – слабозасоленные и незасоленные, уплотненные почвы под злаковыми, разнотравно-злаковыми группировками; III – межкروновые пространства: 7 – незасоленные, типичные песчаные пустынные почвы под травяным покровом из осоки вздутой.

Ежегодно в опад поступает 0.94 т/га от надземной органической массы черного саксаула, из которой 72% приходится на зеленые части. В почву возвращается 128.6 кг/га зольных веществ (из них 0.24 кг/га микроэлементов и 13 кг/га N). Ведущие элементы – Na, K, Ca, Mg и N; из микроэлементов – Mn, Sr, B. Под белым саксаулом возвращается с опадом надземной части (0.05 т/га) всего 5 кг/га элементов питания, в том числе 0.7 кг/га N и 0.016 кг/га микроэлементов. С опадом поступает 16 кг/га химических веществ, в том числе 6 кг/га N; господствуют K, Na, Ca и Si.

Поскольку опад черносаксаульника поступает на площадь, занятую этим растением, биогеохимическое воздействие проявляется локально. В связи с этим количество опада отдельных растений пересчитали на площадь в соответствии с проективным покрытием. Выявили, что на 1 м^2 под кронами черного и белого саксаулов с опадом поступает примерно одинаковое количество растительных остатков (около 0.0002 т), но при этом в первом случае – 0.07 кг зольных элементов и азота, а во втором всего 0.04 . Под черным саксаулом вносится 2677 мг-экв/м^2 катионов и только 201 мг-экв/м^2 анионов. Избыточные катионы связываются с CO_2 воздуха и образуют карбонаты. Таким путем при разложении опада может образоваться 42 г соды – Na_2CO_3 ; 32 г поташа – K_2CO_3 ; 27 г CaCO_3 и 26 г MgCO_3 ; а также около 4 г $\text{NaCl} + \text{KCl}$ и 4.4 г гипса. Под кустами белого саксаула может образоваться всего 8 г Na_2CO_3 ; 18 г – K_2CO_3 ; 18 г – MgCO_3 ; 40 г – CaCO_3 , а также 1.7 г $\text{NaCl} + \text{KCl}$ и 3.9 г гипса. Действительно, по мере минерализации подстилки, а также усохших ветвей под белым саксаулом отчетливо прослеживается более активное накопление Ca , чем под саксаулом черным. Под илаком поступает с опадом всего 0.0004 т/м^2 растительных остатков, при их минерализации может образоваться примерно по 1 г/м^2 K_2CO_3 и CaCO_3 и менее 0.5 г MgCO_3 , а также до 0.1 г NaCl и 0.1 г гипса; сода не образуется совсем.

В результате воздействия освободившихся из опада солей под кронами черного саксаула происходит резкое подщелачивание верхнего слоя песка; общая щелочность в корочке (мощность до 2 см) достигает 20 мг-экв . Содержание солей превышает 2% , реакция среды резко щелочная, количество обменного натрия при емкости обмена около 7 мг-экв – $20\text{--}45\%$. Непосредственно под кронами черного саксаула благодаря обогащенности зольных веществ опада Na при его минерализации может образоваться более 40% весьма токсичной углекислой соды, что приводит к сильному подщелачиванию почв (табл. 1).

Фазовый качественный состав минералов фракции $< 1 \text{ мкм}$ пустынных песчаных почв представлен гидрослюдами, хлоритами, смешанослойными слюда-сметитовыми и хлорид-сметитовыми

Таблица 1. Химические свойства исследованных пустынных почв

Глубина, см	Гумус, %	CO ₂ , %	pH	Fe ₂ O ₃ по Джек- сону, %	Плот- ный остаток, %	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	K
мг-экв/100 г													
Пустынная солончаковая, песчаная почва под черным саксаулом													
0-1.5	3.30	8.10	9.00	0.65	2.63	13.33	22.55	2.72	2.40	0.88	4.83	18.63	5.76
1.5-8	0.37	6.00	9.10	0.44	0.35	1.96	2.90	0.95	0.08	0.18	0.26	3.37	0.12
8-18	0.21	5.80	9.00	0.26	0.23	0.78	2.04	0.55	0.09	Нет	0.09	2.50	0.09
18-32	Нет	6.20	8.30	0.17	0.14	0.39	1.26	0.47	0.15	»	0.18	1.17	0.53
32-50	»	5.80	8.30	0.26	0.10	0.39	1.06	0.16	0.14	0.09	0.09	0.78	0.40
Пустынная слабосолончаковая, песчаная почва под белым саксаулом													
0-3	0.40	5.70	8.50	0.34	0.38	0.63	1.25	1.27	1.63	0.94	1.87	0.77	1.20
4-15	0.20	5.70	8.00	0.26	0.25	0.42	1.25	0.15	1.08	1.26	0.63	0.26	0.75
15-42	0.20	5.20	7.90	0.20	0.12	0.30	1.50	0.24	1.00	0.68	0.82	0.52	0.52
42-60	0.20	5.50	7.90	0.16	0.37	0.10	1.33	0.68	1.73	1.26	1.26	0.78	0.54
0-5	0.12	5.70	7.60	0.24	0.05	Нет	0.55	0.08	Нет	0.18	0.18	0.10	0.17
5-12	0.21	6.40	7.90	0.26	0.06	»	0.51	0.08	0.09	0.35	0.09	0.11	0.13
12-22	0.16	6.40	7.90	0.26	0.06	»	0.59	0.08	0.02	0.26	0.09	0.17	0.17

Таблица 2. Соотношение основных минеральных фракций менее 1, 1–5, 5–10 мкм, выделенных из пустынных почв

Слой, см	Менее 1 мкм			1–5 мкм		5–10 мкм	
	гидрослюда	хлорит	ССМ	биотит	хлорит	биотит	хлорит
Пустынная солончаковая песчаная почва под черным саксаулом							
0–2	78	13	9	86	14	78	22
2–27	78	12	10	80	20	84	16
27–40	76	12	12	80	20	84	16
40–67	80	13	7	80	20	84	16
67–95	81	11	8	80	20	84	16
На контакте с корнями	59	12	29				
Пустынная слабосолончаковатая песчаная почва под белым саксаулом							
0–4	81	9	10	84	16	90	10
4–15	81	10	9	77	23	84	15
15–42	81	13	6	75	25	83	17
42–65	82	15	3	90	9	91	9
На контакте с корнями	78	16	6				

Примечание. ССМ – смешанослойный слюда-сметит.

образованиями, небольшими примесями высокодисперсного кварца. Минералы фракций 1–5 и 5–10 мкм представлены слюдами и хлоритами, резко увеличено содержание кварца и появляются полевые шпаты (табл. 2).

Преобладающим компонентом тонкодисперсных фракций являются слюды-гидрослюды. Анализ рентген-дифрактометрических данных ориентированных препаратов и порошков позволил отнести их к триоктаэдрическому типу структур биотит-флогопитового ряда (рис 3, 4).

Хлорит фракций менее 1, 1–5, 5–10 мкм почв по измерениям относительных интенсивностей рефлексов от (003) к рефлексам от (002) и (004) является триоктаэдрическим, магниезально-железистым. Помимо собственно хлоритовой фазы во фракциях менее 1 мкм в большей мере, во фракции 1–5 мкм в меньшей мере содержится продукт ее изменения, образовавшийся в результате нарушения части бруситовых прослоек и возникновении межслоевых промежутков смектитового типа. Смешанослойные хлорит-смектитовые образования идентифицируются по асимметрии рефлекса при 1.4 нм образцов, насыщенных этиленгликолем, а также

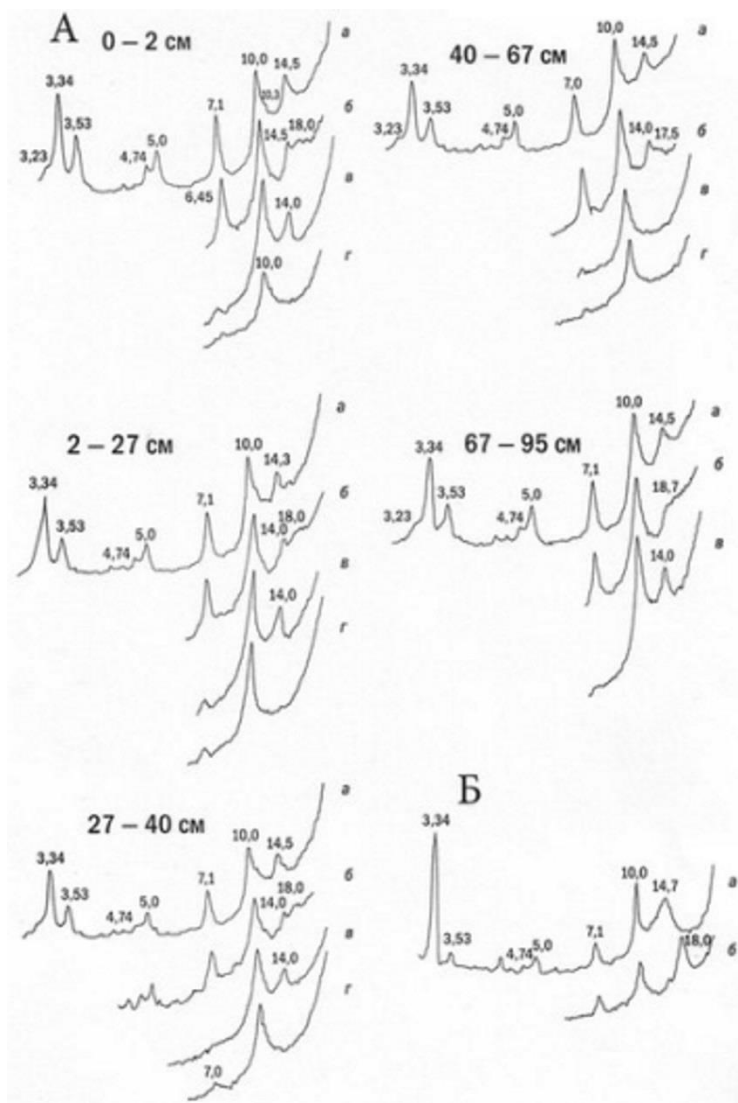


Рис. 3. Рентген-дифрактограммы фракций < 1 мкм, выделенных из образцов пустынной почвы, сформировавшейся под черным саксаулом (А): а – в воздушно-сухом состоянии, б – после сольватации этиленгликолем, в – после прокаливании при 550°C, г – после обработки 0.5 М соляной кислотой; и из образца почвы в прикорневой части черного саксаула (Б): а – в воздушно-сухом состоянии, б – после сольватации этиленгликолем.

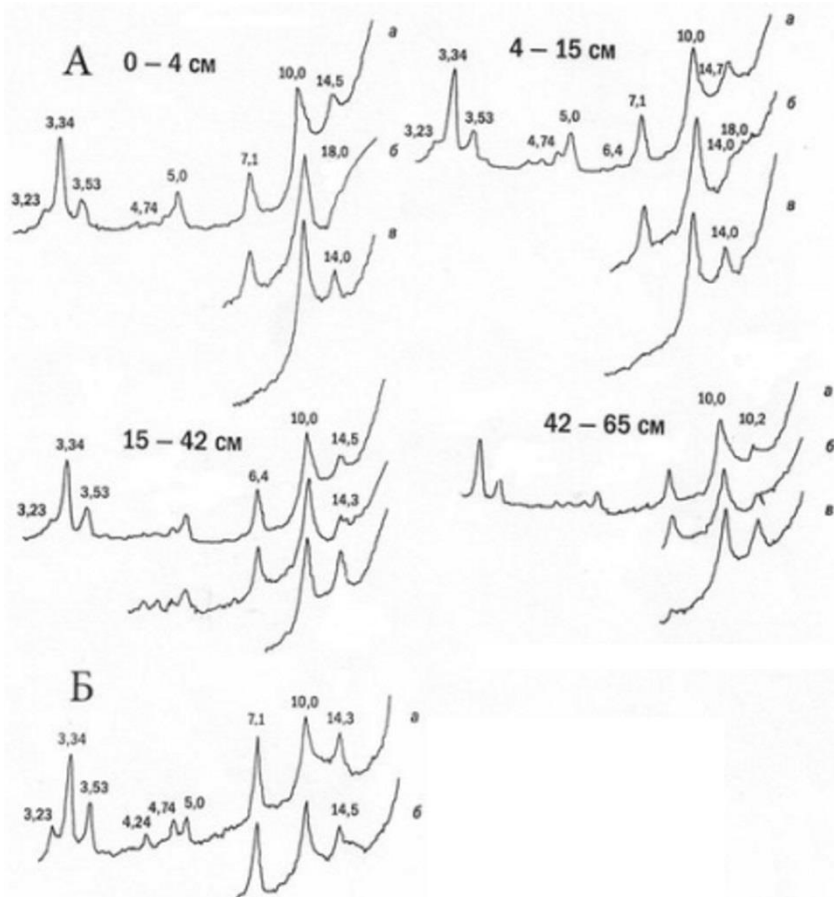


Рис. 4. Рентген-дифрактограммы фракций < 1 мкм, выделенных из образцов пустынной почвы, сформировавшейся под белым саксаулом (А): а – в воздушно-сухом состоянии, б – после сольватации этиленгликолем, в – после прокаливании при 550°C в течение 2 ч и выделенных из образца почвы в прикорневой части белого саксаула (Б): а – в воздушно-сухом состоянии, б – после сольватации этиленгликолем.

по асимметрии 1.0 рефлекса в область 1.2 нм на рентгенограммах образцов, прокаленных при температуре 550°C. Помимо хлорит-сметитового смешанослойного образования в образцах присутствует слюда-сметитовое образование с низким (менее 50%) количеством набухающих смектитовых пакетов, дающее асиммет-

рию в сторону малых углов 1.0 нм рефлекса в воздушно-сухом состоянии и 1.6–1.7 нм после насыщения образца этиленгликолем.

Расчеты количественных соотношений указанных минералов и их распределение по профилю свидетельствует о следующих изменениях. В пустынной солончаковой песчаной почве *под черным саксаулом* сформировался профиль глинистого материала, в котором отмечаются некоторые внутрипрофильные изменения в соотношении основных минеральных фаз. Это в принципе характерно для всех пустынных песчаных почв (Абатурова, Чижикова, 1972; Чижикова и др., 1988).

Доминирующим компонентом в пределах профиля является гидрослюда триоктаэдрическая, количество которой колеблется от 76 до 81%. Хлорит триоктаэдрического типа составляет 10–13% от суммы компонентов. Сильноразупорядоченные смешанослойные образования слюда-сметитового и хлорит-сметитового типов в сумме составляют всего 7–12%. В корочке (образец 0–2 см) по сравнению с нижележащей частью профиля отмечается большое количество хлорита. В пределах верхней части профиля (2–40 см) фиксируется более низкое содержание триоктаэдрических гидрослюд (76–78%) и стабильное количество хлорита. В этой части профиля увеличено количество смешанослойных образований, которые можно рассматривать как продукты трансформации гидрослюд биотитового типа в слюда-сметиты, а также хлорита в хлорит-сметиты. Ниже 40 см содержание гидрослюд и хлоритов стабильно и составляет 80 и 13% соответственно.

В тонкопылевой фракции резко увеличено содержание тонкодисперсного кварца и полевых шпатов. Соотношение слоистых силикатов равномерное: биотит составляет 80%, хлорит – 20%. В корочке отмечается более высокое содержание биотита.

В среднепылевой фракции увеличивается количество кварца и полевых шпатов в еще большей мере, а соотношение биотита и хлорита также свидетельствует о преобладании биотита (84%) и 16% соответственно. Несколько выделяется соотношение этих компонентов в корочке более высоким содержанием хлорита.

Под белым саксаулом пустынная слабосолончаковатая песчаная почва характеризуется большим содержанием гидрослюд триоктаэдрического типа, чем в почве под черным саксаулом. Профиль глинистого материала более равномерный. В нем 81–

82% составляют гидрослюды триоктаэдрического типа и 9–15% хлориты. Наибольшее количество смешанослойных образований отмечается в корочке (10%). Ниже по профилю этот показатель снижается до 3%. В тонкопылевой фракции также доминирует биотит, резко увеличивается количество кварца и полевых шпатов по сравнению с илистой фракцией. Несколько повышено количество биотита в образце с глубины 0–4 см (84%), по этому показателю выделяется и часть профиля ниже 40%. В средней пыли количество тонкодисперсного кварца увеличивается в еще большей мере. Содержание биотита возрастает до 90% в корковом горизонте, но здесь же отмечается небольшое количество хлорита.

Итак, профили глинистого материала почв, сформировавшиеся под разными типами саксаулов, различаются по интенсивности трансформационных преобразований минералов. Оба профиля содержат в тонкодисперсной своей части слоистые силикаты, способные легко выветриваться при изменении условий нахождения. Биотит пылеватых фракций, не изменяя признаков структурной гидратированности, переходит в триоктаэдрическую гидрослюду илистой фракции, для которой характерны мягкие очертания рефлексов и существенная асимметрия в сторону малых углов. В условиях резко щелочной среды под кронами черного саксаула активизируется процесс трансформационно-деградационного типа с формированием смешанослойных разупорядоченных структур со смектитовыми пакетами. Такая трансформация затрагивает как биотит, так и хлорит, также относящихся к категории легковыветриваемых и трансформируемых структур. По Базилевич и др. (1972, с. 8), “в условиях резко щелочной среды под кронами черного саксаула происходят явления гальмиролиза, пептизации и диспергации минеральной части почвы, результатом его является увеличение количества мелкозема (иногда до глубины 0.5 м)”.

В значительно лучше увлажненной почве под кронами черного, чем под кронами белого саксаула (Гунин, Дарымов, 1969), наблюдаются процессы перераспределения химических элементов, прослеживается миграция Si, Fe и других элементов, а также органических веществ. В связи с этим под черным саксаулом намечается дифференциация почвенного профиля с обособлением относительно более плотного и бурого гор. В.

Отмеченное формирование профилей пустынной солончаковой почвы под черным саксаулом подтверждается данными распределения минералов тонкодисперсных фракций по профилю почв. За короткий период произрастания черного саксаула отмечается переход триоктаэдрических слюд и хлоритов в смешанослойное образование, фиксируемые в горизонте максимального побурения профиля, предложенного выделить как гор. В.

Для выявления роли корневых выделений разных типов саксаулов нами была отпрепарирована мелкоземистая масса, прилегающая к корневым системам саксаулов. Рентгенографирование мелкозема с корнями показало существенное различие в структурном состоянии минералов. Состав минеральных компонентов, отпрепарированных с корней белого саксаула, мало отличался от такового вмещающей массы почв (биотита 78%, хлорита 16%, смешанослойных образований 6%). Состав минералов почвы около корней черного саксаула свидетельствовал о глубоком трансформационном преобразовании слоистых силикатов. Количество биотита снизилось до 59%, а продуктов трансформации биотита и хлорита, а именно смешанослойных образований, увеличилось до 29% (рис. 3Б).

ВЫВОДЫ

1. Минералогический состав фракций < 1 мкм, выделенных из профилей пустынных песчаных почв под разными типами саксаулами, представлен гидрослюдами триоктаэдрического типа (преобладают), хлоритами, каолинитами, в меньшей мере неупорядоченными смешанослойными образованиями со смектитовым пакетом. Фракции тонкой (1–5 мкм) и средней пыли (5–10 мкм) состоят из слюд, хлоритов, кварца, полевых шпатов.

2. Минералогический состав тонкодисперсных фракций в прикорневой зоне черного саксаула существенно отличается от такового под белым саксаулом по доминированию набухающей фазы, возникшей как результат трансформационного преобразования триоктаэдрической гидрослюды под влиянием щелочного гидролиза.

3. Зафиксированные отличия в минералогическом составе в прикорневой системе объясняется особенностями биогеохимического круговорота элементов под разными видами саксаулов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абатурова Т.И., Чижикова Н.Т.* Глинистые минералы сероземов обыкновенных и лёссов юга Голодностепской равнины // Почвоведение. 1972. № 8. С. 109–111.
2. *Акжигитова Н.И., Брекле З.В., Винклер Г., Волкова Е.А., Вухрер В., Курочкина Л.Я., Макулбекова Г.Б., Огарь Н.П., Рачковская Е.И., Сафронова И.Н., Храмцов В.Н.* Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области). СПб.: Бостон-Спектр, 2003. 424 с.
3. *Базилевич Н.И., Чепурко Н.Л., Родин Л.Е., Мирошниченко Ю.М.* Биогеохимия и продуктивность черносаксаульников Юго-восточных Каракумов // Проблемы освоения пустынь. 1972. № 5. С. 3–8.
4. *Базилевич Н.И., Чижикова Н.П.* Почвы // Каракумы, стационар Репетек: Сб. Продуктивность растительности аридной зоны Азии. Итоги советских исследований по международной биологической программе 1965–1974 гг. Л.: Наука, 1977. С. 121–124.
5. *Вейисов С.В.* Динамика литогенной основы и ее роль в формировании биогеоценозов // Биогеоценозы Восточных Каракумов. Ашхабад: Ылым, 1975, с. 13–17.
6. *Вейисов С.В.* Динамика рельефа барханных песков. Ашхабад: Ылым, 1976. 196 с.
7. *Гаель А.Г.* О роли растений в почвообразовании в пустыне Каракум, о песчаных почвах и их плодородии // Известия государственного географического общества. 1939. Т. 71. Вып. 8. С. 1105–1128.
8. *Гаель А.Г.* Облесение аридных областей Арало-Каспия // Лесное хозяйство. 1975. № 3. С. 2–9.
9. *Гаель А.Т., Хабаров А.В.* Почвенно-экологические характеристики Центрально-Каракумского стационара // Особенности песчаных почв и их использования. М., 1979. С. 4–55.
10. *Гунин П.Д.* Экология процессов опустынивания аридных экосистем. М.: ВАСХНИЛ им. В.И. Ленина, 1990. 354 с.
11. *Гунин П.Д., Вейисов С.В.* Репетекский заповедник как региональный экологический центр Восточных Каракумов // Проблемы освоения пустынь. 1987. № 5. С. 54–60.
12. *Гунин П.Д., Вейисов С.В., Радзиминский П.З.* Роль Репетекского биосферного заповедника в решении задач охраны природы в условиях пастбищного землепользования // Проблемы освоения пустынь. 1985. № 4. С. 53–62.
13. *Гунин П.Д., Дарымов В.Я., Вейисов С.В.* Ландшафтная характеристика Репетекского заповедника // Опыт изучения и освоения Восточных Каракумов. Ашхабад: Ылым, 1972. С. 12–22.

14. Гунин П.Д., Дарымов В.Я. Новые данные о распределении влажности почвогрунтов в Восточных Каракумах // Вестник Моск. ун-та. 1969. Сер. География. № 3. С. 46–53.
15. Горбунов Н.И. Высокодисперсные минералы и методы их изучения. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 303 с.
16. Дубянский В.А. Песчаная пустыня Юго-Восточные Каракумы, ее естественные районы, возможность их сельскохозяйственного использования и значение для ирригации // Тр. по приклад. и ботан., ген. и селекции. 1928. Т. 19. Вып. 4. С. 1–86.
17. Зонн С.В., Леонтьев В.Л. О почвообразовательном значении саксаула в песках пустыни Каракумы // Почвоведение. 1942. № 8.
18. Курочкина Л.Ю., Османова Л.Т., Карибаева К.Н. Кормовые растения Казахстана. Алма-Ата, 1986, 208 с.
19. Нечаева Н.Т. Динамика пастбищной растительности Каракумов под влиянием метеорологических условий. Ашхабад: АН ТССР, 1958. 214 с.
20. Никитин С.А. Древесная и кустарниковая растительность пустынь СССР. М.: Наука, 1966. 253 с.
21. Родин Л.Е., Базилевич Н.И. Динамика органического вещества и биологический круговорот зольных элементов и азота в основных типах растительности Земного Шара. М.–Л., 1965. 253 с.
22. Хабаров А.В. Минералогический состав песчаных почв Центральных Каракумов // Почвоведение. 1976. № 2.
23. Чижикова Н.П., Евтифеев Ю.Г., Панкова Е.И. Минералогический состав илистых фракций пустынных почв Монголии // Почвоведение. 1988. № 8. С. 44–54.
24. Шамсутдинов З.Ш. Создание долголетних пастбищ в аридной зоне Средней Азии. Ташкент: ФАН, 1975. 175 с.
25. Biscaye P.E. Mineralogy and sedimentation of the deep-sea clay in the Atlantic Ocean // Geol. Soc. Amer. Bull. 1965. V. 76. № 7. P. 803–832.
26. Cook H.E., Johnson P.D., Matti J.C., Zemmels I. Methods of sample preparation and X-ray diffraction data analysis, X-ray mineralogy laboratory, Deep sea Drilling project, University of California // Inst. Repts. DSDP. V. 28. 1975. P. 999–1007.
27. Christmann S., Martius Ch., Bedoshvili D., Bobojonov I., Carlo C., Devkota K., Ibragimov Z., Khalikulov Z., Kienzler K., Herath M., Mavlyanova R., Nishanov N., Sharma, Ram Tashpulatova B., Toderich K., Turdieva M. Food Security and Climate Change in Central Asia and the Caucasus. Discussion paper. CGIAR Program for Central Asia and the Caucasus. Tashkent, Uzbekistan, 2009. 78 p.
28. Gintzburger G., Toderich K.N., Mardonov B.K. and Makhmudov M.M. Rangelands of the arid and semi-arid zones in Uzbekistan. Montpellier: Centre

de Cooperation Internationale en Resherche Agronomique pour le Development (CIRAD). 2003. 498 p.

29. Pyankov V.I., Black C.C., Artyusheva E.G., Voznesenskaya E.V., Ku M.S., Edwards B. Features of photosynthesis in *Haloxylon* species of Chenopodiaceae that are dominant plants in Central Asia deserts // Plant Cell Physiology. 1999. V. 40. P. 125–134.

30. Toderich K.N., Shuyskaya E.V., Ismail S., Gismatullina L.G., Radjabov T., Bekchanov B.B., Aralova D.B. Phytogenic resources of halophytes of Central Asia and their role for rehabilitation of sandy desert degraded rangelands // J. of Land Degradation and Development. 2009. V. 20 (4). P. 386–396.

TRANSFORMATION OF CLAY MINERALS IN SOILS OF SANDY DESERTS UNDER DIFFERENT SAXAUL SPECIES

N. P. Chizhikova, M. P. Lebedeva

*V. V. Dokuchaev Soil Science Institute of Russian Academy of Agricultural Sciences, 119017, Moscow, Pyzhevskii, 7
e-mail: chizhikova38@mail.ru*

As a result of experimental studies carried out for the first time with the aim at determining the impact of black (*Haloxylon aphyllum*) and white Saxaul (*Haloxylon persicum*) on the mineralogical composition of fine-dispersed fractions in sandy desert soils, it seemed reasonable to conclude that the transformation of minerals is quite different in soils used under different Saxaul species. This is explained by differences in biogeochemical turnover of elements in soils under black Saxaul and as a consequence by a higher Na content in the litter and the soda formation in the soil profile. The latter serves as a cause of alkalization of soil solutions and transformation of minerals affected by alkaline hydrolysis.

Keywords: Kara Kum, sandy soils, mineralogical compositions, fine-dispersed fractions, black Saxaul.