

СТАТЬЯ

УДК 631.4

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИСПАРИТЕЛЬНОГО ПЕДОГЕОХИМИЧЕСКОГО БАРЬЕРА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ФЕРГАНЕ**¹Юлдашев Г.Х., ²Рахимов А.Х.**¹*Ферганский государственный университет, Фергана, e-mail: gylam48@mail.ru;*²*Наманганский государственный университет, Наманган, e-mail: Abror_raximov@bk.ru*

Пустынные ландшафты имеют широкое распространение в Центральной Фергане Ферганской долины Узбекистана. Для солончаков, формирующихся в этих условиях, характерно присутствие сульфатных солей кальция и магния, натрия, а также их карбонатов, особенно в испарительных, кислородных педогеохимических барьерах. Количество токсичных и нетоксичных солей в двух автономных элементарных относительно аккумулятивных ландшафтах со среднесуглинистыми и легкосуглинистыми солончаками практически однообразно. В солончаках Язьяванского района наряду с хлоридами натрия встречаются довольно много сульфатов магния, кальция и натрия, редко карбонат натрия, генезис которых, вероятно, связан с палеогидроморфизмом, что подтверждается озерным генезисом этих солончаков. Испарительные барьеры наиболее распространены в почвах пустынь, где при интенсивной миграции элемента формируется такой вид барьера, на котором происходит осаждение водорастворимых солей, в результате которого образуется луговые сазовые солончаки, солончаковые почвы. В солончаках в процессе формирования испарительного педогеохимического барьера повышенная концентрация, точнее кларк концентрации элементов больше единицы в верхнем соленосном горизонте связаны с поглощением элементов Co, Br, Zn, As растениями и поступлением их в солевой горизонт с отмирающими органами растений солончаковой формации, а также выносом их с капиллярным током влаги с минерализованных грунтовых вод неглубокого залегания.

Ключевые слова: концентрация, кларк, солончак, генезис, гидроморфизм, барьер, миграция, капиллярный, токсичные, нетоксичные, минерализованные, соли, гумус, гуминовые кислоты, микроэлементы

GENETIC BASES FORMATION OF EVAPORATIVE PEDOGEOCHEMICAL BARRIER IN CENTRAL FERGANA**¹Yuldashev G.Kh., ²Rakhimov A.Kh.**¹*Fergana State University, Fergana, e-mail: gylam48@mail.ru;*²*Namangan State University, Namangan, e-mail: Abror_raximov@bk.ru*

Desert landscapes are widespread in Central Fergana of the Fergana Valley of Uzbekistan. Solonchaks formed under these conditions are characterized by sulfate salts of calcium and magnesium, sodium, as well as their carbonates, especially in evaporation, oxygen and pedogeochemical barriers. The amount of toxic and non-toxic salts in two autonomous elementary relatively accumulative landscapes with medium loam and light loam solonchaks is almost uniform. In the salt marshes of the Yazyavan region, along with a number of sodium chlorides, quite a lot of magnesium sulfates, calcium and sodium are found, rarely sodium carbonate, the genesis of which is probably associated with paleohydromorphism, which is confirmed by the lake genesis of these solonchaks. Evaporative barriers, the most common in desert soils, where during the intensive migration of an element, this type of barrier is formed on which precipitation of water-soluble salts occurs, which results in the formation of meadow common salt marshes, solonchak soils. In salt marshes during the formation of an evaporative pedogeochemical barrier an increased concentration, more precisely, a Clark of element concentrations greater than unity in the upper saline horizon, is associated with the absorption of elements. Co, Br, Zn, As plants and their entry into the salt horizon with the dying organs of the plant of the solonchak formation, as well as their removal by capillary current to moisture from mineralized shallow groundwater.

Keywords: concentration, Clark, salt marsh, genesis, hydromorphism, barrier, migration, capillary, toxic, non-toxic, mineralized, salts, humus, humic acids, trace elements

Климатические условия и минерализованные грунтовые воды со слабым почвенным оттоком сильно влияют на почвообразовательный процесс пустынной почвенно-климатической зоны. Климатические условия пустынь обуславливают распространение засоленных и солончаковых почв с разной биомассой и продуктивностью. При этом все более отчетливо выявляется роль минерализованных грунтовых вод как одного из источников химических элементов и соединений, которые поступают в наземные биогеохимические системы. Важное теоретическое

и практическое значение имеет не только непосредственное поступление катионов и анионов водорастворимых солей на поверхность почвы, но их аккумуляция в почвенных горизонтах, биогеохимических барьерах и в растительной массе. По этой причине биогеохимические процессы массообмена и энергообмена в солончаках обладают специфическими особенностями. В условиях избыточного засоления почв развиваются галофильная растительность. Эти почвы распространены в условиях сильно недостаточного атмосферного увлажнения.

По уровню засоленности почв их разделяют на солончаки, солонцы и др. К природным факторам, определяющим развитие засоления почв или солончакового процесса, что сопровождается образованием мощного испарительного педогеохимического барьера, относятся: рельеф, климат, дренированность территории, засоленность почвообразующих и подстилающих пород, наличие минерализованных грунтовых вод, механический состав почв, уровень залегания минерализованных грунтовых вод и их слабый отток и др. Солончаки непригодны для сельскохозяйственного использования без предварительных промывок их от токсичных солей [1; 2]. Соли на этих почвах губительно действуют на сельскохозяйственные растения. Они располагаются в испарительном педогеохимическом барьере. Это положение определяет актуальность исследований.

Материалы и методы исследования

Основными объектами исследований служили солончаковый участок Ферганского филиала Научно-исследовательского института хлопководства в Кувинском районе, а также солончаковый массив в Центральной Фергане в Язъяванском районе Ферганской области Узбекистана.

Профильный метод, разработанный Докучаевым, лежит в основе наших почвенно-геохимических исследований. Почвы изучены на всю глубину до уровня грунтовых вод, последовательно по генетическим горизонтам, включая материнские породы. Также использован ландшафтно-геохимический метод Б.Б. Польшова, М.А. Глазвской, А.И. Перельмана. Водорастворимые соли определены по методике, приведенной в пособии «Руководство по химическому анализу почв» Е.В. Аринушкиной. Элементный состав почв определен нейтронно-активационным методом.

Результаты исследования и их обсуждение

Согласно существующей классификации исследованные нами солончаки Центральной Ферганы и филиала относятся к солончаковым, где максимальное содержание водорастворимых солей находится на поверхности, в горизонте 0–30 см. В этих почвах степень токсичности солей возрастает от сульфатного к содовому типу засоления. Менее токсичны сернокислые соли натрия и магния. Считается, что сернокислый кальций безвреден для растений, но он одновременно является спутником других солей, таких как Na_2SO_4 , MgSO_4 и др. Поэтому большое

содержание их и поглощенного магния служит показателем низкого плодородия почв, особенно орошаемых [3; 4]. В условиях пустынь в малоплодородных почвах довольно много сульфатных солей, часто формируются солончаки, когда поступление легкорастворимых солей в поверхностный горизонт почвы превышает их вынос. В зависимости от вида поверхности солончаков они различаются, в отдельных случаях сернокислые соли магния и натрия, кристаллизуясь, погашают большое количество – 7–10 молекул воды, по этой причине увеличиваются в объеме. При этом образуются пухлые солончаки. Надо отметить, что в значительном количестве водорастворимые соли присутствуют по всему профилю солончаковых почв, одновременно с аккумуляцией солей в нижних слоях происходит оглеение. Профиль исследованных солончаков слабо дифференцирован на почвенно-генетические горизонты. В нем выделяются гумусовый горизонт А, иногда его называют солевым горизонтом, переходный В и материнская порода С. По всему профилю солончаков заметны выцветы солей, особенно в сухом состоянии почв.

Практически по всему профилю наблюдаются признаки оглеения, которые выражаются наличием ржаво-охристых и сизых пятен, вкраплений. Наблюдается равномерное распределение илестых частиц и полуторных окислов. Почвообразование зависит от его сочетания с другими факторами [5; 6]. В исследованных нами солончаках присутствует H_2S (сероводород) в глубинных горизонтах, который определяется по запаху.

В почвах практически существует постоянно восходящий ток влаги, за исключением зимнего периода. Почвы имеют нейтральную, слабощелочную реакцию. На территории Ферганской долины солончаки в основном находятся, как правило, в центральной части долины. Миграция водорастворимых солей в латеральных направлениях сопровождается группированием солей в соответствии с их подвижностью, при этом появляется педогеохимическая зональность в зависимости от содержания водорастворимых и других солей, а также окислов (рис. 1).

При этом происходит последовательное, закономерное выпадение легкорастворимых, слабо-растворимых, а также нерастворимых солей, которые образуются в результате испарения воды из почвенных растворов солончаков в процессе взаимодействия анионов и катионов в генетических горизонтах почв.

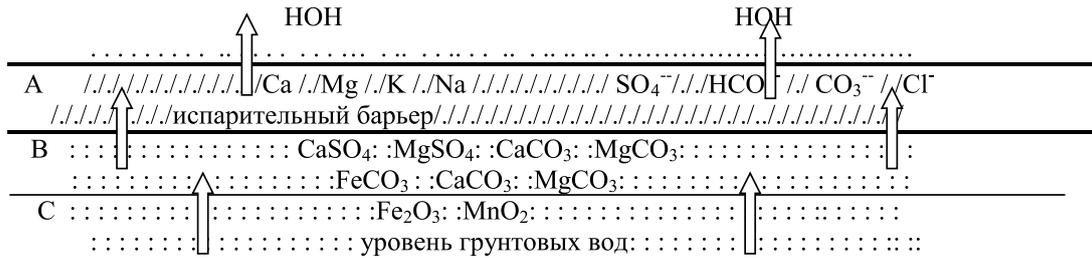


Рис. 1. Схематическое выпадение солей и окислов в испарительных педогеохимических барьерах солончаков Центральной Ферганы

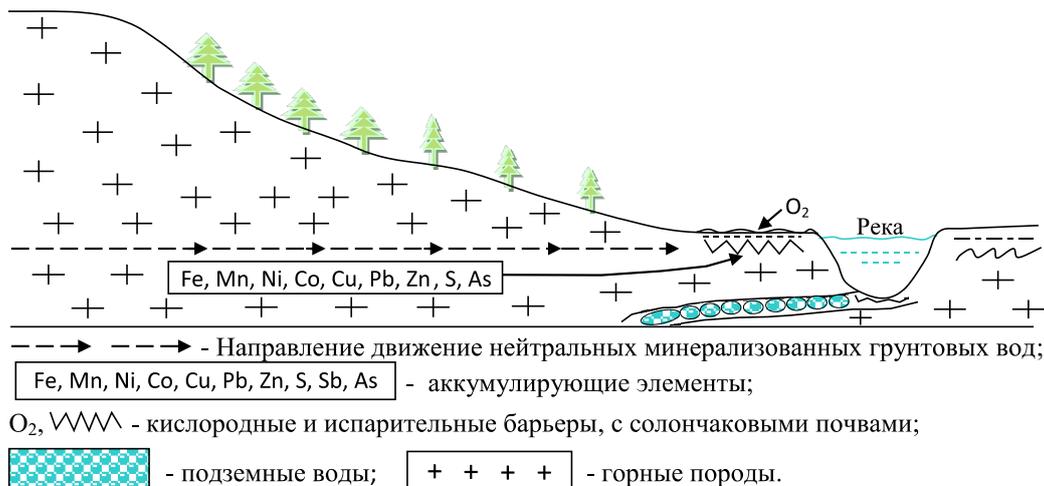


Рис. 2. Формирование испарительного педогеохимического барьера в геохимических ландшафтах

Исследованные нами почвы относятся к гидроморфным солончакам пустынной зоны, где развиты испарительные педогеохимические барьеры (рис. 2). Для них также характерен выпотный водный режим, где избыток влаги проявляется при поднятия капиллярной каймы. Капиллярная кайма, достигая поверхностных горизонтов, способствуют испарению влаги на испарительных педогеохимических барьерах, приводит к формированию луговых солончаков в субаквальных элементарных ландшафтах.

При этом одновременно на этих элементарных ландшафтах формируются испарительные и кислородные педогеохимические барьеры.

В условиях пустынь за последние годы в связи с подъемом уровня минерализованных грунтовых вод роль испарительного педогеохимического барьера растет, даже на территориях староорошаемых земель. В результате местами появляются засоленные пятна различной степени и качества. Возникают испарительные барьеры не только в местах орошения, но и на прилегающих

территориях некоторых водохранилищ, где уровень грунтовых вод поднимается выше, чем их уровень капиллярного поднятия, иногда достигает дневной поверхности. При этом чем выше минерализация грунтовой воды и температура атмосферы, тем меньше движение грунтовых вод и тяжелее механический состав почвы, мощнее будет зона испарительного барьера, и тем сильнее отрицательное влияние на ряд свойств почв. Каждая группа педогеохимических барьеров обладает способностью концентрировать лишь определенную группу мигрирующих веществ [7; 8]. К примеру, можно назвать карбонатно-геохимический барьер, где теряют подвижность Ba, Sr, Ca, S, Sb и др., а на испарительном из металлов Li, Na, Ca, Mg, U и др., из числа металлоидов S, Cl, As, Sb и др. Педогеохимические барьеры выполняют роль природных и природно-антропогенных фильтров [9; 10], где сильно снижается подвижность ряда химических элементов и соединений. В литературе имеются данные, что геохимические барьеры биосферы разделяются на два ос-

новых типа: природные и техногенные. Оба типа педогеохимических барьеров подразделяются на три класса: физико-химические, биогеохимические, механические. В настоящее время к основным типам геохимических барьеров можно добавить природно-антропогенные геохимические барьеры, под влиянием антропогенных факторов в природных условиях природные барьеры видоизменяются и переходят в тип природно-антропогенных.

Такие барьеры наиболее распространены в засушливых регионах, но в зависимости от почвенно-климатических условий встречаются и в других регионах. Кроме пустынь, испарительные барьеры могут работать временно или постоянно в других районах. В дождливый период аномально высокие концентрации химических элементов, находящиеся в испарительном барьере, могут полностью исчезнуть из почвенного горизонта или из тела испарительного барьера. Испарительные педогеохимические барьеры, как и другие, имеют сложный физико-химический характер, они могут образоваться в различных окислительно-восстановительных условиях. В почвах пустынь, в частности солончаках Центральной Ферганы, наблюдается глеевые горизонты, с которыми связан генезис глеевого засоления. В них наблюдается гидротроилитовый ($FeS \cdot nH_2O$) горизонт, который характеризуется сероводородным запахом, и обнаруживается восстановительное сероводородное засоление. Испарительным барьерам характерна также кислородная окислительная обстановка. Они практически в условиях пустынь работают комплексно. Испарительные барьеры в пустынных ландшафтах наносят большой ущерб сельскому хозяйству. Так, например,

на таких барьерах на слабозасоленных почвах до 20%, на средnezасоленных до 40%, на сильнозасоленных почвах до 80% теряется урожай хлопчатника. Испарительные барьеры наиболее распространены в почвах пустынь, где при интенсивной миграции элемента формируется такой вид барьера, на котором происходит осаждение водорастворимых солей, в результате чего образуются луговые сазовые солончаки, солончаковые почвы. В солончаках процесс формирования испарительного педогеохимического барьера сопровождается осаждением из почвенного раствора сернокислых и углекислых солей кальция и магния, натрия, а также хлористых солей натрия. В результате происходит повышение их концентрации на небольшом участке, например на среднесуглинистых солончаках (рис. 3). Содержание суммы водорастворимых солей варьирует в пределах 2,24–3,33%, при этом в 0–10-см слое составляет 2,45%, а в горизонте 50–70 см 3,33%.

Такое колебание количества солей в основном связано с токсичными солями, их содержание варьирует в интервале 1,60–2,56%, а содержание нетоксичных солей составляет 0,51–0,85%. Как видно из рисунка, сумма как токсичных, как и нетоксичных солей по почвенному профилю дифференцирования практически равномерна, что связано с временем взятия образцов почв, которые были отобраны весной после выпадения осадков зимнего периода.

Относительно высокая концентрация сульфатных солей на глубине 50–70 см связана с карбонатно-гипсовым двусторонним барьером. На легкосуглинистых солончаках характер распределения солей практически повторяет их дифференциацию на среднесуглинистых солончаках (рис. 4).

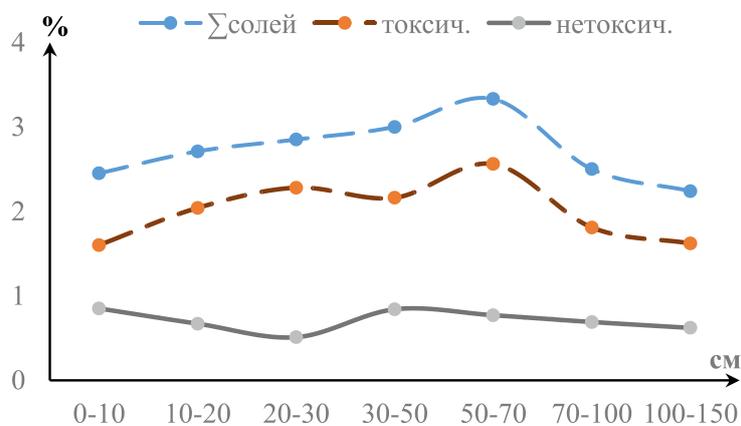


Рис. 3. Изменение содержания токсичных и нетоксичных солей в профиле среднесуглинистых солончаков на испарительном педогеохимическом барьере

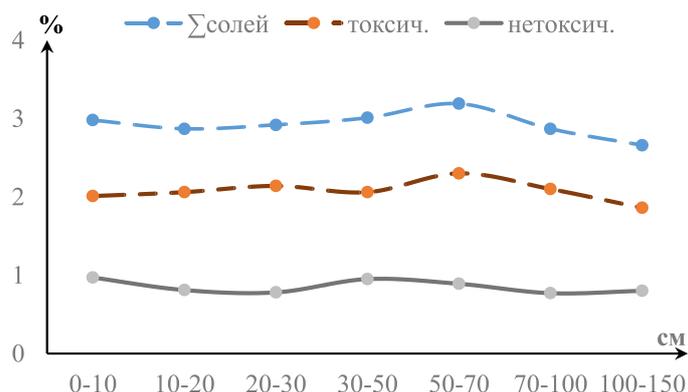


Рис. 4. Изменение содержания токсичных и нетоксичных солей в профиле легкосуглинистых солончаков

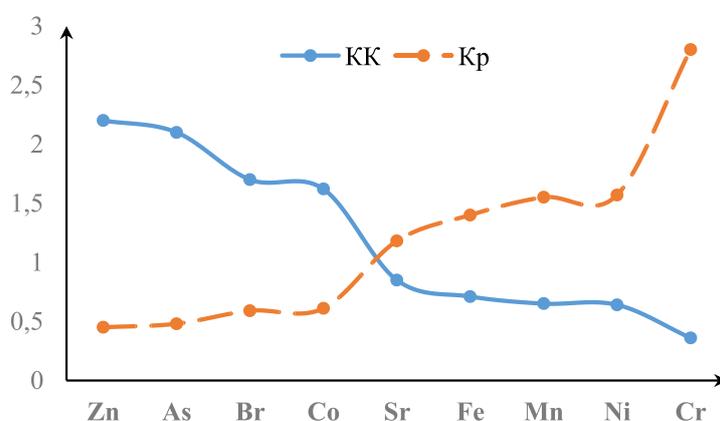


Рис. 5. Геохимические спектры химических элементов в испарительном педогеохимическом барьере

Что касается содержания по сумме токсичных солей, то в этих почвах их содержание более высокое по сравнению со среднесуглинистыми солончаками. На формирование этих солончаков в пустынных ландшафтах наряду с климатом и рельефом сильно влияют минерализованные грунтовые воды с минерализацией 30,5–74,5 г/л хлорид сульфатного типа. Именно по этой причине в изученных педогеохимических барьерах содержание сульфатных солей составляет основу солончакового образовательного процесса с хлоридно-сульфатным качеством засоления.

Химически элементный состав солончаков на испарительном геохимическом барьере неоднороден. Относительное содержание железа и ряда микроэлементов в солончаках, особенно на его поверхности (0–10 см), в разных регионах и почвах отличается в сотни и тысячи раз, но в солончаках Центральной Ферганы и Ферганского филиала Узбекского научно-исследователь-

ского института хлопководства отличие ряда указанных элементов незначительное, располагается в следующем геохимическом спектре (рис. 5), которое имеет фундаментальное значение для биогеохимии испарительных барьеров.

Приведенные и рассчитанные на основе кларка Виноградова [11] кларк концентрации и кларк рассеяния микроэлементов характерны для изученных солончаков, которые формировались на испарительном геохимическом барьере. В геохимическом спектре элементов показаны среднеарифметические значения кларка концентрации и кларка рассеяния химических элементов, рассчитанные для большого количества проб. Повышенная концентрация, точнее кларк концентрации элементов больше единицы в верхнем соленосном горизонте связаны с поглощением элементов Co, Br, Zn, As растениями и поступлением их в солевой горизонт с отмирающими органами растений солончаковой формации, а также вы-

носом их с капиллярным током влаги с минерализованных грунтовых вод неглубокого залегания. В целом можно заключить, что наибольшие рассеяния элементов характерны для Cr, Ni, Mn, Fe, Sr; основными источниками изученных химических элементов которыми питаются живые организмы, являются материнские породы и минерализованные грунтовые воды испарительных педогеохимических барьеров. Пустынные ландшафты имеют широкое распространение в Центральной Фергане Ферганской долины Узбекистана. Для почв, формирующихся в испарительных, кислородных и карбонатно-гипсовых двухсторонних геохимических барьерах, характерна аккумуляция сульфатных солей кальция и магния, а также натрия. В формировании испарительно-го педогеохимического барьера в условиях пустынь основную роль играют климат, рельеф, механический состав почв и почвообразующих пород, уровень залегания минерализованных грунтовых вод с хлорид-сульфатным типом минерализации.

Список литературы

1. Абдуллаев С.А., Намозов Х. Мелиорация засоленных почв // Гидрология и мелиорация почв. 2018. 366 с.
2. Кузиев Р.К. Современное состояние орошаемых почв и приоритеты в научном обеспечении сохранения и повышения их плодородия // Управление земельными ресурсами и их оценка: новые подходы и инновационные решения: материалы Российско-Узбекской научно-практической конференции. Ташкент, 2019. С. 18–23.
3. Ямнова И.А., Панкова Е.И. Гипсовые новообразования и формирующие их элементарные почвообразовательные процессы // Почвоведение. 2013. № 12. С. 1423–1436.
4. Юлдашев Г., Исагалиев М.Т., Безуглова О.С., Изменение состава поглощенных оснований почв пустынь как индикатор их эволюции // Живые и биокосные системы. 2018. № 26. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-26/article-3> (дата обращения: 27.06.2020).
5. Мамихин С.В., Монахов Д.В., Щеглов А.И., Цветнов Е.В. Некоторые аспекты оценки роли почв как среды, экранирующей ионизирующие излучения // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. 2017. № 2. С. 24–31.
6. Гагарина Э.И., Абакумов Е.В. Почвообразующие породы с элементами четвертичной геологии. СПб., 2012. 130 с.
7. Касымов Н.С., Власов Д.В., Кошелева Н.Е., Никофорова Е.М. Сезонная динамика распределения солей в профиле почв // Геохимия ландшафтов Восточной Москвы: монография. М.: АПР, 2016. С. 171–174.
8. Максимович Н.Г., Хайрулина Е.А. Геохимические барьеры и охрана окружающей среды. Пермь: Изд-во Пермского государственного университета, 2011. 248 с.
9. Богданова М.Д., Герасимова М.И. Ландшафтно-геохимическое и почвенно-географическое картографирование истоки и современное состояние // Геохимия ландшафтов. М., 2017. С. 51–66.
10. Kabata-Pendias A. Trace Elements in soils and plants N-Y. CRC Press. 2011. 505 p.
11. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах. М., 1957. 238 с.