



АГРОГЕОХИМИЯ БАРИЯ В ПОЧВАХ ПУСТЫНЬ

Д. ХОЛДАРОВ,

кандидат биологических наук, доцент,

М. ХОЛДАРОВА,

магистрант, Узбекский национальный университет-магистрант,

М. ИСАГАЛИЕВ,

кандидат биологических наук,

А. ТУРДАЛИЕВ,

преподаватель, Ферганский государственный университет

100174, Узбекистан,
г. Ташкент, Вузгородок;
e-mail: murodjon1980@mail.ru150100, Узбекистан,
г. Фергана, ул. Мурабийлар, д. 19

Положительная рецензия представлена М. Ю. Карпухиным, кандидатом сельскохозяйственных наук, доцентом, деканом факультета агротехнологий и землеустройства Уральской государственной сельскохозяйственной академии.

В работе впервые описаны бариевые геохимические провинции обогащения в условиях орошаемых луговых сазовых почв пустынной зоны Центральной Ферганы. Выявлено, что хлопчатник и пшеница в отношении поглощения бария являются децентраторами.

Химические элементы, потребляемые растениями, способствуют прохождению в них ряда биогеохимических процессов, таких как аккумуляция и дифференциация элементов, дыхание, фотосинтез, синтез белков, обмен углеводов и другие.

Нормальный рост и развитие растений и синтез жизненно важных соединений в них происходит при нормальных концентрациях микроэлементов в среде питания. Избыток или недостаток определенных микро- и макроэлементов, а также их групп приводит к различным эндемическим заболеваниям. Содержание бария в этом плане практически не изучено, что определяет актуальность проблемы.

Барий — щелочно-земельный элемент, из всех элементов этой группы он имеет наиболее высокий атомный вес и самый большой ионный и атомный радиус. В табл. 1 приводятся некоторые геоэнергетические характеристики бария и других щелочно-земельных элементов второй группы.

По ряду свойств барий типичный щелочно-земельный элемент, так как имеет малую растворимость карбонатов, сульфатов и фосфатов.

Энергетическая константа (ЭК) элементов нами рассчитана по Ферсману

$$ЭК = \frac{w^2}{2R} \times [0,75 (R + 0,20)],$$

умножив которую на 1071,74 получают килоджоули. W — валентность элемента, R — радиус иона [7].

Ионный потенциал по Картледжу $j = \frac{w}{10R}$ [6].

По размеру радиуса иона, атомного радиуса среды щелочно-земельных элементов барий занимает первое место, то есть имеет самые высокие показатели. По величине энергетических констант занимает в этом ряду последнее место, а ионный потенциал самый низкий среди щелочно-земельных элементов.

Барий имеет широкое распространение в ландшафтах. Он, конечно, входит в состав многих минералов, горных пород, в ряде почв имеет довольно большое распространение. Содержится в иловых отложениях, озерах, речных и морских водах, соответственно в растениях и животных.

Согласно Кларки [6], концентрация бария составляет в земной коре 0,065, в основных породах — 0,46, в глинах и сланцах — 1,2, в почвах — 0,7, в гидросфере — 3×10^{-5} , в водах аридных районов, где идет интенсивный водообмен, — $п \times 10^{-5} \%$.

В декадах распространения химических элементов Вернадского [1] барий входит в IV-ю декаду и занимает второе место после азота.

В геохимических группах элементов он отнесен к III-й группе — циклические элементы. Основным источником бария в почвах пустынной зоны являются почвообразующие породы.

Свойства почвы во многом определяются материнскими породами, климатическими условиями, живыми организмами почвы, растениями. Согласно этой концепции, в почвах, образовавшихся на глинах, осадочных и аллювиальных породах, барий содержится больше, чем в других почвах.

Почвы в изучаемой нами пустынной зоне Центральной Ферганы представлены орошаемыми луговыми сазовыми на аллювиально-пролювиальных отложениях. Было изучено распределение бария по профилю почв, согласно морфогенетическому методу Докучаева и биогеохимическому методу Вернадского и др. Были взяты следующие горизонты.

Таблица 1

Геоэнергетические свойства атомов и ионов щелочно-земельных элементов

Элемент	Атомный вес	Порядковый номер	Радиус атома, Å по Гольдшмидту	Радиус иона, Å по Паулингу	ЭК, кДж*	Ионный потенциал по Картледжу*
Be Mg Ca Sr Ba	9,012	4	1,13	0,34	2840,111	0,588
	24,30	12	1,60	0,78	2250,654	0,256
	40,08	20	1,97	1,06	1875,545	0,188
	87,62	38	2,15	1,27	1639,762	0,157
	137,33	56	2,21	1,43	1446,849	0,139

Примечание: *рассчитанно авторами.



Создавая науку биогеохимию, В. И. Вернадский установил основные особенности методики и методологии, которые используются сейчас многими, и в основе которых лежит атомарный уровень. Как особый раздел биогеохимии рассматривается изучение микро- и макроэлементов в блоках ландшафтов.

Наряду с другими щелочно-земельными элементами в почвах, определенную конституционную роль играет барий. Низкая растворимость барита (BaSO_4) снижает интенсивность миграции бария в почвах и других блоках ландшафта и определяет его место в одной группе с кальцием и стронцием.

Согласно Перельману, барий в химическом отношении активнее стронция и кальция, а его геохимическая активность ниже, чем у этих элементов.

Распределение и миграционная способность бария в почвенных и почвенно-грунтовых горизонтах разреза почвы даны в табл. 2.

По растворимости сульфатных солей барий занимает следующее место: $\text{MgSO}_4 \rightarrow \text{CaSO}_4 \rightarrow \text{SrSO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4$.

Эти свойства бария определяют важнейшие черты его поведения, то есть низкую интенсивность его миграции в аридных ландшафтах и его блоках.

Важнейшими геохимическими барьерами для бария служат сорбционные, сульфатные и карбонатно-гипсовые двусторонние геохимические барьеры.

Как было отмечено, кларк бария составляет $6,5 \times 10^{-2} \%$, что следует признать значительной величиной. Он типичный литофильный элемент [5].

Следует помнить, что в силу того, что барий в наших условиях в основном образует минерал барит, который нерастворим в воде, избыток бария затрудняет поглощение SO_4^{2-} и HPO_4^{2-} растениями, а эти ионы необходимые для растений и животных.

Содержание бария в орошаемых почвах сазового режима относительно невысокое и варьирует в пределах 0,76–1,34 %.

Высокие концентрации бария совпадают с гипсо-карбонатными горизонтами, которые для Ba, Sr и ряда других элементов служат геохимическими барьерами.

Кларк концентрации (КК) бария в изученных гидроморфных почвах варьирует в пределах 14,15–20,68 и довольно высокий. Такие своеобразные почвы и ландшафты образуются не везде. Бариевые ландшафты (кларк концентрации равна и более 10) описаны в Миссури, Вирджинии и Тенесси и других штатах США. Исходя из того, что кларк концентра-

ция бария более 10 считается бариевыми ландшафтами, это положение нас обязывает к выделению особой группы бариевой геохимической провинции с повышенным содержанием бария, в условиях Центральной Ферганы в почвах конуса-выноса р. Сох.

Наибольшая концентрация ККВа приходится на горизонты 50–85 см, где обнаружены гипсо-карбонатные геохимические барьеры по отношению к баррию. ККВа в этих горизонтах более 20.

Что касается распределения и дифференциации кларков рассеяния Ba, то этот коэффициент повторяет обратную закономерность кларков концентрации и составляет 0,05–0,08.

Радиальные миграции элементов характерны для систем растительного покрова почвы — почвообразующие породы, грунтовые воды. Миграция элементов в этих системах характеризуется специальными коэффициентами, которые называются коэффициентом местной или радиальной миграции. Коэффициент радиальной миграции бария в пахотных и подпахотных горизонтах составляет 0,82–0,83, а в геохимических барьерах — 1,46, в остальных горизонтах — 1,0–1,1.

Природная среда и организм — это своеобразный комплекс, слагающийся исторически. Все изменения, происходящие в почвах, могут вызвать изменение в химическом составе растений. Одновременно известно еще и то, что химический состав растений в значительной мере зависит и от систематического положения самого растения, и от геохимических свойств поглощаемого элемента [3].

Отдельные виды растений, а иногда роды могут проявлять избирательную способность к тем или иным элементам.

Относительно часто при избыточном или недостаточном поглощении химических элементов растениями наблюдаются изменения морфологического строения, в итоге страдает урожайность растений.

В жизни встречаются растения — типичные концентраторы определенных групп микроэлементов. Они, как правило, всегда извлекают значительное количество химического элемента или элементов из среды, то есть из почвы, даже при условии нормального, иногда ненормального содержания этого элемента в почве.

Биогеохимия живого и косного тела в масштабе агроландшафта приведена в табл. 2, где изучены биогенная миграция бария в системе «почва — хлопчатник», «почва — пшеница», «почва — люцерна» в конце вегетации, где в результате малого биологического

Таблица 2

Геохимические и биогеохимические свойства бария (n – 7)

Глубина, см	На воздушно-сухой вес, %*	Кларк концентрации	Кларк рассеяние	Коэффициент радиальной миграции	Коэффициент биологического поглощения		
					Хлопчатник	Пшеница	Люцерна
0–35	0,755	11,62	0,08	0,82	6×10^{-4}	9×10^{-4}	$5,7 \times 10^{-3}$
35–50	0,760	11,69	0,08	0,83	$6,5 \times 10^{-4}$	9×10^{-4}	$3,8 \times 10^{-3}$
50–85	1,344	20,68	0,05	1,46	—	—	—
85–130	0,980	15,08	0,07	1,06	—	—	—
130–180	0,920	14,15	0,07	1,0	—	—	—
Кларк по Виноградову	0,065	—	—	—	—	—	—

Примечание: *барий в большом количестве образцов определяли атомно-абсорбционным методом в институте Ядерной физики АНРУ.



круговорота происходит частичное перераспределение бария, перенесение его из почв в хлопчатник и другие сельскохозяйственные культуры.

Биогеохимический круговорот бария, как видно из табл. 2, изучен в условиях повышенного содержания, то есть в бариевой геохимической провинции. Как видно из таблицы, хлопчатник сорта «Наманган-77» и пшеница сорта «Половчанка» в процессе роста и развития практически не выносят бария из орошаемых луговых сазовых почв Центральной Ферганы, коэффициент биологического поглощения, рассчитанный по Перельману, составляет для хлопчатника $6,0 \times 10^{-4}$ – $6,5 \times 10^{-4}$, а для пшеницы — 9×10^{-4} , для люцерны — $3,8 \times 10^{-3}$ – $5,7 \times 10^{-3}$. Люцерна выносит бария практически на порядок больше, чем хлопчатник и пшеница.

Согласно этим данным, по специальным классификациям [2] хлопчатник, пшеница, люцерна входят в группу растений не только деконцентраторов, но даже интенсивных деконцентраторов.

Необходимо отметить, что содержание химических элементов в отдельных органах как хлопчатника, так и пшеницы, люцерны в целом не постоянно.

Это положение зависит от многих почвенных, растительных и других факторов.

Наряду с барием, хотя в очень малом количестве, многим растениям необходимы и другие элементы, такие как мышьяк, титан, никель, олово и другие, они тоже поглощаются в ничтожно малом количестве, их роль, как и бария, в росте, развитии и урожайности культур, в частности сельскохозяйственных культур, практически не установлены и не выяснены.

В целом можно заключить, что в орошаемых луговых сазовых почвах пустынной зоны центральной Ферганы нами обнаружены бариевые геохимические провинции повышенного содержания.

Существенного влияния бариевой геохимической провинции повышенного содержания на биологическое поглощение бария хлопчатником и пшеницей, люцерной не обнаружено, более того, эти культуры попадают в группу интенсивных деконцентраторов бария, также не обнаружены его токсичность при повышенной концентрации для этих растений.

Основным геохимическим барьером для бария в изученных почвах служат карбонатно-гипсовые горизонты почв на глубине 50–85 см, где очевидно барий осаждается в виде барита (BaSO_4), который практически нерастворим в воде.

Литература

1. Вернадский В. И. Избранные сочинения. М., 1954.
2. Глинка Н. Л. Общая химия. Т., 1968.
3. Ивлев А. М. Биогеохимия. М., 1986.
4. Исагалиев М. Т. Геохимические особенности орошаемых почв Сохского конуса-выноса : дисс. на соискание уч. степени канд. биол. наук. Т., 2010.
5. Орлов Д. С. Химия почв. М., 1992.
6. Перельман А. И. Геохимия. М., 1989.
7. Ферсман А. Е. Избранные труды. Т. III. М., 1955.