

Л. А. АРАРАТЯН, С. А. ЗАХАРЯН

О НЕКОТОРЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ МИГРАЦИИ
ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ
АРМЯНСКОЙ ССР

Сопряженный анализ поведения близких по своим свойствам химических элементов, находящихся в одной группе или периоде таблицы Менделеева, способствует выяснению закономерностей содержания и распределения их в различных типах почв и перехода в растения, на фоне общности, присущей этим элементам.

Из рассматриваемых элементов наименее изучен барий, сравнительно лучше исследован стронций. Исследование этих элементов целесообразно проводить в сравнении с их хорошо изученными макроаналогами—кальцием и магнием.

Наибольшим содержанием стронция и бария в геосфере отличаются щелочные породы—сиениты (0,12 и 0,16% соответственно), затем граниты; меньше всего их в основных породах. Парагенезис стронция и бария связан с минералами кальция, в значительной степени благодаря близости их ионных радиусов. Они сопутствуют также редким землям.

Среднее содержание стронция и бария в почвах колеблется в пределах 0,027—0,1% и 0,03—0,15% соответственно, крайние же показатели составляют 0,001% и 0,3% для стронция и 0,001% и 3,74%—для бария [3].

В почвах СССР среднее содержание стронция и бария составляет 0,035% и 0,050% соответственно, пределы их колебания для стронция равны 0,01—0,028%, а для бария 0,01—0,15%. Учитывая, что кларк стронция и бария в земной коре составляет 0,035% и 0,064% соответственно, Виноградов делает вполне справедливый вывод, что в почвах не происходит обогащения ими, однако известны провинции с сильным обогащением почв барием (на породах с баритом, штат Виргиния) или стронцием (в почвах, богатых целестином, в Средней Азии); такие почвы часто становятся непригодными для земледелия, а растения, поглощающие большие количества бария—ядовитыми; некоторые виды растений, например, из рода *Astragalus* накапливают большие количества бария [3].

Содержание стронция и бария в почвах и растениях, закономерности их накопления, распределения и миграции в растениях в последние десятилетия интенсивно изучаются [4, 5, 6, 8]. Установлен ряд интересных фактов: к примеру, обнаружено, что они больше накапливаются в широколиственной растительности по сравнению с хвойной [7].

По имеющимся данным [1], содержание стронция в некоторых почвах АрмССР колеблется в пределах 0,019—0,040% и лишь в одном из пунктов достигает 0,088%; наименьшее содержание стронция отмечено в черноземной почве.

Целью наших исследований было изучить содержание и распределение бария и стронция в различных типах почв АрмССР и установить некоторые закономерности миграции элементов второй группы таблицы Менделеева.

Определение содержания бария, стронция, кальция и магния производилось спектральным методом по разработанной нами количественной методике совместного определения их в одной навеске почвы. Спектры получались на спектрографе ИСП—28, источник возбуждения—дуга переменного тока силой 15 А. Замерялись абсолютные почернения линий исследуемых элементов. Образцы анализировались в трех повторениях. Средняя квадратичная ошибка определений составляла $\pm 10\%$.

Нами исследовались бурая орошаемая (с. Бамбакашат), светло-каштановая (пос. Абовян), черноземная (с.с. Вардаблур, Калинин) и лесная коричневая (Дилижан) типы почв.

Приведенные в табл. 1 данные показывают, что содержание бария в них колеблется в пределах 0,022—0,076%, при этом по вертикальной поясности от бурых почв к лесным повышается. Содержание стронция в почвах в несколько раз уступает барию, пределы колебаний его составляют 0,008—0,058%. Тенденция повышения содержания стронция в почвах АрмССР по вертикальной поясности выражена слабее, чем для бария—в частности, в черноземах оно заметно ниже по сравнению с другими типами почв. С глубиной содержание стронция и бария в почвах, как правило, увеличивается или изменяется незначительно.

Ранее [2] для микроэлементов щелочной группы было замечено определенное сходство в поведении в почвах—рубидий и литий показали большую связь с гумусом; для калия и натрия определенной связи с гумусом не отмечалось, несмотря на то, что коэффициент накопления калия в растениях значительно выше по сравнению с остальными элементами первой группы. Здесь четко проявился общезвестный фактор более сильного закрепления в почвах микроэлементов по сравнению с макросодержаниями.

Результаты наших исследований также показали заметное сходство в распределении микроэлементов стронция и бария в почвах АрмССР с глубиной—коэффициент корреляции между ними оказался положительным, тесным и достоверным $r = +0,77 \pm 0,13$. Содержание кальция и магния в исследуемых почвах с глубиной, как пра-

вило, повышается, что особенно четко прослеживается для кальция. В связи с таким сходством в поведении между ними также наблюдается прямая корреляционная зависимость, хотя и выраженная слабее по сравнению с микроэлементами барием и стронцием $r = +0,62 \pm 0,16$. Между микро- и макроэлементами корреляция отсутствует. Здесь, на наш взгляд, решающее значение имеют два фактора: 1) отмеченное выше содержание в макро- или микроколичествах, 2) близость свойств, обусловившая близкое расположение элементов в таблице Менделеева: так, в отличие от щелочных элементов, где микроэлементы Rb и Li разделены макроэлементами Na и K, в ряду второй группы макроэлементы Ca и Mg расположены рядом, а под ними расположены Sr и Ba, в связи с чем сходство в поведении Ca и Mg, как и микроэлементов Sr и Ba, выражено лучше, чем для микро- и макроэлементов I группы; далее, магний и кальций как более легкие в ряду изучаемых здесь элементов и имеющие меньший ионный радиус (так же как и литий в своем ряду) интенсивно вымываются в нижние слои почвы, подобно литию, в связи с чем их содержание вглубь по профилю почвы повышается; это особенно четко наблюдается для кальция в черноземах—здесь его содержание в нижних слоях в 5—9 раз выше по сравнению с верхними.

Таблица 1

Содержание щелочноземельных элементов в некоторых почвах АрмССР
(% в воздушно-сухой почве).

Пункт, почва	Слой, горизонт (см)	Гумус, %	Ba	Sr	Ca	Mg
Бамбакашат, бурая орошаемая	0—30	1,7	0,022	0,017	3,55	5,16
	30—50		0,025	0,019	3,50	5,16
	50—90		0,030	0,024	4,80	6,00
	ср. в слое 0—50		0,023	0,018		
Абовян, светло-каштановая	0—5	2,1	0,060	0,048	2,95	2,70
	5—10		0,061	0,056	3,10	3,68
	0—25		0,054	0,035	2,30	3,68
	25—50		0,046	0,021	2,65	3,68
	ср. в слое 0—55		0,050	0,023		
Вардаблур, чернозем	0—55	4,2	0,049	0,015	0,68	1,76
	55—83		0,045	0,014	0,66	1,31
	83—112		0,041	0,035	6,39	1,78
	ср. в слое 0—55		0,049	0,015		
Калинино, чернозем	0—18	13,5	0,034	0,008	0,25	1,20
	18—34		0,062	0,016	1,22	1,45
	ср. в слое 0—34		0,048	0,012		
Дилижанский заповедник, лесная коричневая	0—5	6,9	0,054	0,025	0,56	0,60
	5—10		0,062	0,033	0,98	0,80
	10—20		0,076	0,058	2,05	1,15
	ср. в слое 0—40		0,074	0,050		
Среднее для почв АрмССР			0,050	0,024— по нашим данным 0,039— с учетом литературных данных		

Таблица 2

Величины коэффициентов корреляций между содержанием щелочноземельных элементов и гумусом в почвах АрмССР

$r_{(Ba-Sr)} = +0,77 \pm 0,13$	$r_{(Ba-Ca)} = -0,33$	$r_{(Sr-Mg)} = -0,12$
$r_{(Ca-Mg)} = +0,62 \pm 0,16$	$r_{(Ba-Mg)} = -0,47$	$r_{(Sr-Ca)} = +0,02$
$r_{(Ba-гумус)} = -0,46$	$r_{(Ca-гумус)} = -0,96 \pm 0,20$	$r_{(Mg-гумус)} = -0,79$
$r_{(Sr-гумус)} = 0,35$		

Величины коэффициентов корреляций между содержанием щелочноземельных макроэлементов Ca и Mg и гумуса в верхнем слое исследуемых типов почв (табл. 2) показали наличие четко выраженной обратной зависимости; между микроэлементами и гумусом корреляция отсутствует.

Количественные соотношения элементов-аналогов являются удобным показателем для установления степени сходства путей их миграции. В связи с этим мы рассчитали количественные соотношения микро- и макро-аналогов второй группы в почвах (табл. 3). Данные показывают, что отношения Ba/Sr и Ca/Mg как по типам почв, так и по профилю почвенного разреза изменяются в близких пределах (до 3—4 раз), за исключением пункта Вардаблур для отношения Ca/Mg. Отношения Ba/Ca и Ba/Mg колеблются в значительных пределах—до 20 раз. Эти данные, как и величины коэффициентов корреляций, указывают на сходство путей миграции микроэлементов-аналогов Ba и Sr, а также макроэлементов Ca и Mg.

Для сравнения с литературными данными мы рассчитали среднее содержание бария и стронция в почвах АрмССР (в слое до 0—50 см). Оказалось, что содержание бария в них, равное 0,050% (табл. 2), совпадает с данными для почв Русской равнины [3]. Содержание стронция в почвах АрмССР, по нашим данным, было несколько ниже—0,024%, однако с учетом других данных для почв АрмССР [1] оно оказалось равным 0,039, что значительно ближе к данным для почв Русской равнины (0,035%).

Таблица 3
Количественные соотношения щелочноземельных элементов в почвах АрмССР

Пункт, почва	Слой, горизонт	Ba/Sr	Ca/Mg	Ba/Ca 10^{-3}	Ba/Mg 10^{-3}
Бамбакашат, бурая орошаемая	0—30	1,3	0,7	6,2	4,3
	30—50	1,3	0,7	7,1	4,8
	50—90	1,3	0,8	6,3	5,0
Абовян, светло-каштановая, орошаемая	0—5	1,3	1,1	20	22
	5—10	1,1	0,8	20	17
	0—25	1,5	0,6	23	15
	25—50	2,2	0,7	18	13
Вардаблур, чернозем	0—55	3,3	0,4	72	28
	55—83	3,2	0,5	68	34
	83—112	1,2	3,6	6	23
Калинино, чернозем	0—18	4,1	0,2	140	28
	18—34	3,8	0,8	51	43
Дилижанский заповедник, лесная коричневая	0—5	2,2	0,9	96	90
	5—10	1,9	1,2	63	78
	10—20	1,3	1,8	37	66
	20—40	1,4	1,9	36	69

Таким образом, проведенные исследования позволили установить:

1. Содержание бария и стронция в бурой орошаемой, светло-каштановой, лесной коричневой и черноземной почвах АрмССР составляет в среднем 0,050 и 0,039% соответственно и близко к данным для почв Русской равнины. С глубиной содержание щелочноземельных элементов в почвах в основном увеличивается.

2. Наблюдается сходство путей миграции микроэлементов—стронция и бария, так же как и макроэлементов Ca и Mg. Коэффициенты корреляции для этих пар положительны и достоверны. Между макро- и микроаналогами второй группы элементов корреляция отсутствует. Это обусловлено в основном как содержанием в макро- или микроколичествах, так и близостью свойства, обусловивших расположение их рядом во второй группе таблицы Менделеева.

3. Определенная закономерность наблюдается также в величине связи щелочноземельных элементов с гумусом: для микроэлементов (стронций и барий) связь с гумусом отсутствует, а для макроэлементов четко выражена обратная корреляционная зависимость.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аветисян А. К., Ананян В. Л. О содержании стронция в некоторых почвах Армянской ССР.—Биологический журнал Армении, 1980, № 8, с. 857—861.
2. Араратян Л. А. Миграция щелочных элементов K, Na, Rb, Li в системе почва-растение в условиях Армянской ССР.—Автореф. на соискание уч. ст. канд. с.-х. наук, Ереван: 1974. ИАПиг АН АрмССР, 31 с.
3. Виноградов А. П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. М: Изд. АН СССР, 1957, 237 с.
4. Жбанов Э. Ф., Жбанова К. И., Храмовских С. В. О соотношении содержания бария и стронция в золе растений, произрастающих над различными горными породами.—Микроэлементы в Сибири. 1974, вып. 9, Улан-Удэ, с. 45—49.
5. Кокорева М. И. Влияние рельефа и режима затопления поймы р. Клязьмы на миграцию микроэлементов и характер почв.—В кн.: Природа и природные процессы на территории Подмосковья, М.: 1977, с. 24—29.
6. Снытко В. А., Нечяева Е. Г. Пути миграции микроэлементов в почвах южной тайги Западной и Средней Сибири.—Тезисы докл. VI Всесоюзн. совещания, Л.: 1970, т. 1, с. 63.
7. Суццик Ю. Я. Микроэлементы в растительности Карпат.—Тезисы докл. VI Всесоюзн. совещания, Л.: 1970, т. 1, с. 73—74
8. Шакурин Б. К. Никель, ванадий, хром и стронций в почвах Нахичеванской АССР.—Почвоведение, 1978, № 4, с. 49—55.



ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԿՐԹԱԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ԳՐԱԴԱՐԱՆԻ ԳՐԱԳՐԱԿԱՆԱԿ
ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԿՐԹԱԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ԳՐԱԳՐԱԿԱՆԱԿ

В журнале «Известия Академии наук Армянской ССР, Науки о Земле» публикуются результаты теоретических, экспериментальных и практических исследований, проводимых в научно-исследовательских институтах, вузах и производственных геологических организациях республики и сопредельных районов в области геологии, геофизики и физической географии.

Выходит 6 раз в год. Цена годового комплекса 5 руб. 40 коп.

Технический редактор Л. А. АЗИЗБЕКЯН

Сдано в набор 2.02.1988. Подписано к печати 4.05.1988. ВФ 02825
Бумага № 2, 70×108^{1/16}. Высокая печать. Печ. лист. 5.13. Усл. печ. лист. 7.18
Учет.-изд. 7.42. Тираж 535. Заказ. 159. Изд. № 7347.

Издательство АН АрмССР, Ереван—19, пр. Маршала Баграмяна 24-г.
Типография Издательства АН АрмССР, 378310, г. Эчмиадзин.