

В. Л. Ананян, Л. А. Араратян

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ЩЕЛОЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ РАСТЕНИЯМИ ГОРНЫХ ЛУГОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ УДОБРЕНИЙ

В связи со все более возрастающим использованием удобрений в целях повышения урожайности большое значение приобретает знание потребности и степени накопления растениями малоисследованных или вовсе неизученных микроэлементов, к которым относятся также Rb и Li.

В настоящей работе мы попытались выяснить, как влияет применение удобрений в условиях горных лугов на накопление и взаимоотношение группы щелочных элементов (K, Na, Rb, Li) в растениях (сене). Исследования проводились в условиях альпийской и субальпийской зон АрмССР. Опыты по удобрению альпийского луга, используемого в качестве пастбища, заложены на территории опорного пункта Ин-та АПИГ АН АрмССР, расположенного на южном склоне г. Арагац на высоте 3250 м над ур. м. Климатические условия суровые. Количество осадков колеблется в пределах 850–1500 мм. Растительность низкорослая, образует сомкнутый травостой – ковер (1). Почвы горно-луговые, коричневые, с высоким содержанием органических веществ (до 21%) и кислой реакцией (рН водн. 4,4).

Опыты по удобрению сенокосных лугов проводили в субальпийской зоне Арагаца (Кучак) и на южном склоне Гегамского хребта (Элиджа).^х Субальпийская зона характеризуется умеренным климатом. Среднегодовое количество осадков до 820 мм. Почвы горно-луговые с содержанием гумуса от 8 до 16%. Реакция почв слабокислая (рН 5,3–6,7).

Методы определения K, Na, Rb, Li в почвах и растениях приведены в работе Араратяна (2) в этом же сборнике.

В табл. 1 приведены данные содержания щелочных элементов и их отношения в исследуемых почвах.

Данные показывают, что в горно-луговой почве альпийской зоны содержание калия пониженное, а рубидия – несколько повышенное, по сравнению с почвами субальпийской зоны. Почвы из Элиджа отличаются большим содержанием Na и меньшим Li.

Исследования проводились: в альпийской зоне Арагаца в опытах А-2 и А-4; в субальпийской зоне Арагаца (Кучак) в опытах К-1,

^х Пункт Элиджа относится к переходной зоне от субальпийской к луго-степной зоне. Для упрощения мы не выделяем отдельно этот пункт, а описываем под рубрикой "субальпийская зона".

Таблица 1

Содержание щелочных элементов в горно-луговых почвах и их соотношения (в слое 0-30 см)

Место, пункт	%				Rb/K	Rb/Na	Rb/Li	Li/Na
	K	Na	Rb (10^{-3})	Li (10^{-3})	(10^{-3})	(10^{-3})		(10^{-3})
Арагацкая, Арагац	0,81	0,94	7,8	3,9	9,6	8,3	2,0	4,2
Э-Кучак	0,99	0,90	7,5	4,7	7,6	8,3	1,6	5,2
Э-Элиджа	0,91	2,1	7,3	2,9	8,0	3,4	2,5	1,4

К-2 и Гегамского хребта (Элиджа) в опытах Э-2, Э-3.

Опыт А-2. 1964 г. Заложен 19/IX 1963 г., убрал 19/УШ 1964 г.

Размер делянки 1,56 м², учетной 1 м². Повторность четырехкратная. Удобрения (N_{aa}, P_c, K_x) вносились поверхностно из расчета 100 кг действующего начала на га. Известь - 6 т. на га.

Опыт А-4. 1967 г. Заложен 23/УП, убрал 29/УШ 1967 г.

Размер делянки 1,44 м². Повторений 4. Дозы удобрений (N, P, K) и извести те же.

Опыт К-1. Заложен 1/У1 1965 г., убрал 26/УП 1965 г.

Площадь делянок 2,82 м², учетных - 2 м². Повторений четыре. Удобрения вносились поверхностно из расчета 100 кг действующего начала на га, известь - 3 т на га (калий вносился в форме K_x, K_c, K_a)

Опыт К-2. Заложен на том же участке 23/У, убрал 8/УП 1967 г. Делянка - 2,82 м², учетная - 2 м². Повторений четыре. Дозы удобрения (N, P, K) и извести те же.

Опыт Э-2. Заложен в 1963 г., убрал 1/УШ 1964 г.

Изучалось последствие удобрений. Размер делянок 1,56 м², учетных - 1 м². Повторений 6. Удобрения (N_{aa}, P_c, K_x) вносились поверхностно из расчета 100 кг действующего начала на га. Известь - 3 т. на га.

Опыт Э-3. Удобрения внесены 26/У, урожай убрал 6/УП 1965 г. Опыт был повторен. В те же делянки в тех же дозах были внесены удобрения и известь.

На рис. 1 приведены данные урожайности и содержания щелочных элементов в растениях в опытах на Арагаце, показывающие, что под влиянием удобрений урожайность трав повышается. Наибольшая прибавка урожая в обоих опытах отмечается в вариантах N P и NPK как на фоне известкования, так и без него.

В обоих опытах (рис. 1, А) повышенное содержание калия отмечается в вариантах, где внесен калий, при этом в опыте А-4 колебания в содержании калия в растениях по вариантам больше, чем в

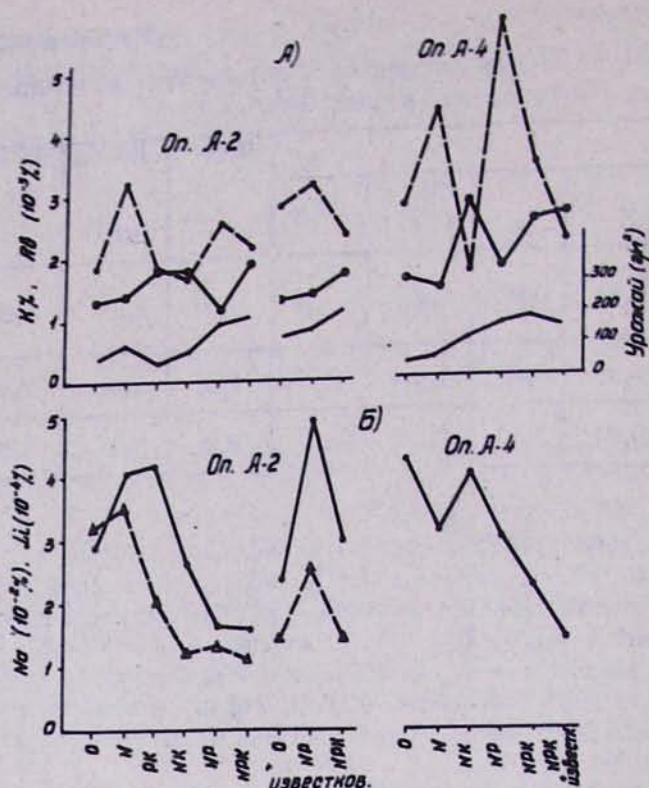


Рис. 1. Влияние удобрений на накопление К, Rb (А) и Na, Li (Б) растениями альпийского луга (Арагац)

○ — К ● — Na — урожай
 ● — Rb ▲ — Li

опыте А-2. Это, очевидно, объясняется тем, что калийные удобрения, внесенные осенью (опыт А-2), благодаря повышенному количеству осадков, частично вымываются в нижние слои почвы, и потому содержание калия в этом опыте ниже (1,8%), чем в опыте А-4 (2,7%).

В обоих опытах отмечается повышенное содержание рубидия у растений в вариантах без внесения калия. Это свидетельствует об обратной зависимости между содержанием калия и рубидия: коэффициент корреляции между ними отрицательный и составляет в опыте А-2 — 0,58, а в опыте А-4 — 0,68 (табл. 2).

В содержании натрия и лития в растениях по вариантам опытов наблюдается параллелизм (рис. 1, Б). Это свидетельствует об одинаковом характере поведения их в растениях. Коэффициент корреляции для пары Li — Na в условиях альпийской зоны положительный (+0,69).

В вариантах, где внесен калий, отношение Rb / К в растениях понижено (табл. 2); отношение Rb / Na значительно превышает

Некоторые показатели количественных соотношений щелочных элементов в растениях
(сене) альпийских лугов по вариантам опытов (Арагац)

Опыт, год	В а р и а н т		Отношения в растении				Наблюдаемые отношения				К. б. п.			
			Rb/K (10 ⁻³)	Rb/Na (10 ⁻³)	Rb/Li	Li/Na (10 ⁻³)	Rb-K	Rb-Na	Rb-Li	Li-Na	K	Na	Rb	Li
А-2 1964 г.	Контроль		1,5	63,8	5,8	11,0	0,16	7,7	2,9	2,7	17,9	0,35	2,7	0,92
	N		2,3	76,8	9,0	8,5	0,24	9,3	4,5	2,1	18,5	0,48	4,5	1,0
	PK		1,1	44,3	9,3	4,7	0,11	5,3	4,7	1,1	22,2	0,46	2,4	0,51
	NK		1,0	66,2	14,3	4,6	0,10	8,0	7,2	1,1	27,7	0,35	2,8	0,41
	NP		2,2	157,5	19,4	8,1	0,23	19,0	9,7	2,0	22,2	0,27	5,1	0,54
	NPK		1,2	131,9	19,2	6,9	0,12	15,9	9,6	1,7	28,2	0,21	3,3	0,33
	на фоне известкования	О	2,2	115,0	19,7	5,8	0,23	13,9	9,8	1,4	21,1	0,34	4,7	0,49
		NP	2,3	62,9	12,3	4,1	0,24	7,6	6,2	1,0	22,2	0,74	5,6	0,92
		NPK	1,4	76,3	16,4	4,7	0,14	9,3	8,2	1,1	23,2	0,36	3,3	0,41

$$r (Rb - K) = 0,58 \pm 0,3;$$

$$r (Li - Na) = + 0,69 \pm 0,27$$

А-4 1967 г.	Контроль		1,7	64,3			0,18	7,7			19,9	0,45	3,5	
	N		3,0	135,5			0,31	16,3			22,1	0,40	6,7	
	NK		0,6	40,0			0,06	4,8			35,4	0,45	2,2	
	NP		3,2	187,0			0,33	22,5			23,5	0,35	7,8	
	NPK		1,4	150,0			0,15	11,1			31,5	0,05	4,7	
	NPK+известк.		0,8	150,0			0,08	18,1			26,2	0,14	2,4	

$$r (Rb - K) = 0,68 \pm 0,37$$

отношение Rb/K в растениях. Отношение Rb/Li для растений, также как и для почв, больше единицы. Отношение элементов-аналогов Li/Na в растениях с контрольного варианта как на фоне известкования, так и без него, повышено по сравнению с остальными вариантами.

Наблюдаемые отношения для пар элементов $Rb - K$, $Rb - Na$, $Rb - Li$, $Li - Na$ показывают, что растения горных лугов предпочтительнее поглощают калий, чем рубидий (Н.О. для пары $Rb - K$ составляет 0, п), и рубидий по сравнению с натрием и литием. — Н.О. для пар $Rb - Na$ и $Rb - Li$ составляет соответственно п — 10п и п. Н. О. для пары $Li - Na$ несколько выше единицы, что указывает на некоторое предпочтение растениями альпийских лугов лития относительно натрия.

Коэффициенты биологического поглощения исследуемых щелочных элементов для растений альпийской зоны показывают (табл. 2), что по степени поглощения они располагаются в порядке: $K > Rb > Li \approx Na$, величина К.б.п. соответствует $10 п > п > 0, п \approx 0 п$.

Исследования, проведенные на сенокосных лугах субальпийской зоны в Кучаке, показывают, что наивысшая прибавка урожая в опыте К-1 получена в варианте NP как на фоне известкования, так и без него; в опыте К-2 урожайность трав выше, чем в опыте К-1, а наиболее высокий урожай в опыте К-2 получен в варианте NPK с известкованием и без него.

Результаты анализов позволили установить (рис. 2 А), что содержание калия в растениях опытов К-1 и К-2 примерно одинаково по годам. Из рисунка также видно, что в опыте К-1 содержание калия наивысшее в вариантах, где вносился калий. В опыте К-2 также отмечается увеличение содержания калия в растениях, получивших калийное удобрение. Известкование на фоне NPK несколько снизило содержание калия в растениях. В содержании рубидия значительных различий в растениях обоих опытов не отмечается.

Коррелятивная связь между содержанием калия и рубидия в растениях выражена неоднозначно (табл. 3): в опыте К-1 корреляция положительная, средне-выраженная ($r = + 0,52$), а в опыте К-2 она отрицательная, недостоверная.

Содержание натрия в растениях в опыте К-2 (рис. 2, Б) несколько меньше, чем в опыте К-1. В опыте К-1 наибольшее содержание натрия в растениях отмечается в вариантах NP и $NP+KCl$, а на фоне известкования — в варианте $NP+KNO_3$. В опыте К-2 содержание натрия повышено в варианте NPK по сравнению с остальными вариантами.

Содержание лития в растениях по вариантам колеблется в пределах $0,04-0,12 \cdot 10^{-3}$. На фоне известкования наибольшее содержание лития в растениях отмечается в варианте $NP+KCl$ (рис. 2, Б).

Параллелизм в изменении содержания натрия и лития в растениях по вариантам опыта К-1 выражен хорошо ($r = + 0,79$).

Отношение Rb/K в растениях обоих опытов колеблется в пределах $0, п \cdot 10^{-3}$. В значительно более высоких пределах колеблется отношение Rb/Na (табл. 3). Отношение Rb/Li свидетельствует

Некоторые показатели количественных соотношений щелочных элементов в растениях
(сене) субальпийских лугов по вариантам опытов (Кучак)

Опыт, год	В а р и а н т ы		Отношения в растении				Наблюдаемые отношения				К. б. п.			
			Rb/K (.10 ⁻³)	Rb/Na (.10 ⁻³)	Rb/Li (.10 ⁻³)	Li/Na	Rb-K	Rb-Na	Rb-Li	Li-Na	K	Na	Rb	Li
К-1 1965	Контроль		0,23	45,4	9,1	5,0	0,030	5,5	5,7	1,0	23,6	0,13	0,73	0,13
	NP		0,24	22,3	5,3	4,3	0,031	2,7	3,3	0,8	25,0	0,29	0,80	0,23
	NP + Kx		0,22	23,3	5,7	4,1	0,029	2,8	3,6	0,8	25,5	0,27	0,75	0,19
	NP + Kc		0,22	54,5	13,0	4,2	0,029	6,6	8,1	0,8	30,0	0,13	0,87	0,11
	NP + Ka		0,29	70,0	20,0	3,5	0,038	8,4	12,5	0,7	28,5	0,12	1,7	0,09
	О	На фоне известкования	0,40	93,3	16,7	5,6	0,053	11,2	10,4	1,1	25,5	0,11	1,3	0,13
	NP		0,27	55,7	11,6	4,8	0,036	6,7	7,3	0,9	26,1	0,14	0,93	0,13
	NP+Kx		0,25	64,5	7,8	8,3	0,033	7,8	4,9	1,6	30,9	0,13	1,0	0,21
	NP+Kc		0,31	81,8	20,9	3,9	0,041	9,9	13,1	0,8	27,6	0,11	1,1	0,09
	NP+Ka		0,23	27,5	8,9	3,1	0,030	3,3	5,6	0,6	27,6	0,26	0,83	0,15

$$r (Rb - K) = 0,52 \pm 0,30;$$

$$r (Li - Na) = 0,79 \pm 0,22$$

К-2 1967	Контроль	0,37	98,7			0,049	11,9			25,9	0,11	1,3	
	N	0,25	96,7			0,033	11,6			27,2	0,08	0,89	
	NP	0,35	80,9			0,046	9,7			26,2	0,12	1,2	
	NPK	0,20	27,0			0,026	3,3			28,2	0,24	0,75	
	NPK+известк.	0,33	130,6			0,043	15,7			29,9	0,08	1,3	

$$r (Rb - K) = - 0,41$$

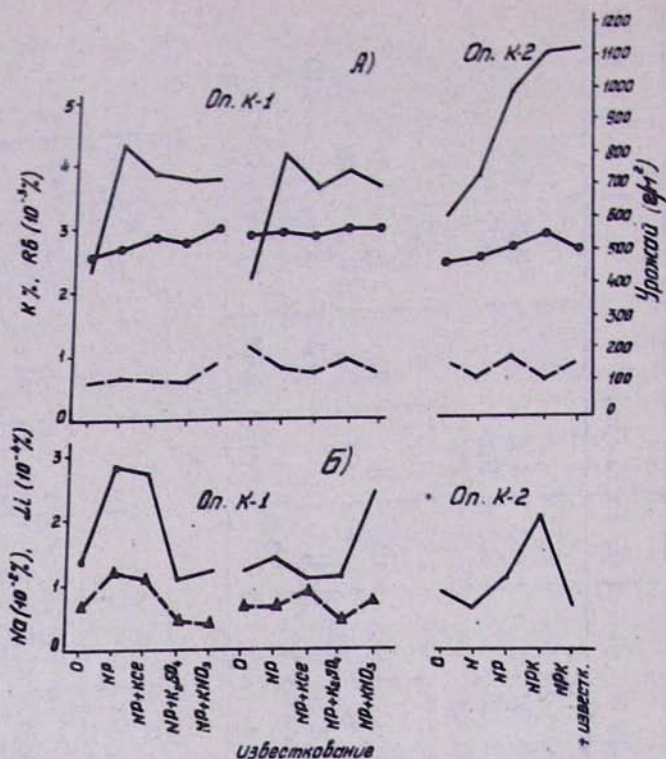


Рис. 2. Влияние удобрений на накопление K, Rb (А) и Na, Li (Б) растениями субальпийского луга (Кучак).

○ — — ○ K ● — — ● Na
 ● — — ● Rb Δ — — Δ Li — — — урожай

о преобладании в растениях рубидия над литием, при этом в вариантах с известкованием оно выше, чем в вариантах без известкования. Отношение Li / Na колеблется в пределах 10^{-3} .

Н.О. (табл. 3) для пары Rb—K в обоих опытах указывает на дискриминацию рубидия калием. Предпочтительное поглощение растениями рубидия относительно натрия и лития хорошо отражают величины Н.О. для пар Rb—Na и Rb—Li, которые больше единицы и колеблются в значительных пределах (2–16). Н.О. для пары Li—Na колеблется около единицы и свидетельствуют об одинаковой потребности растений в этих элементах.

Величины биологического поглощения растениями исследуемых элементов позволяют расположить их в следующий ряд по степени поглощения их из почвы: $K > Rb > Na = Li$, порядок этих величин составляет: $10^{n-1} > 0, n-1 > 0, n=0, n$.

На южном склоне Гегамского хребта в опыте Э-2, 1965г. изучалось последствие удобрений. Из рис. 3 видно, что последствие удобрений проявилось слабо. По известковому фону урожай в контрольном вари-

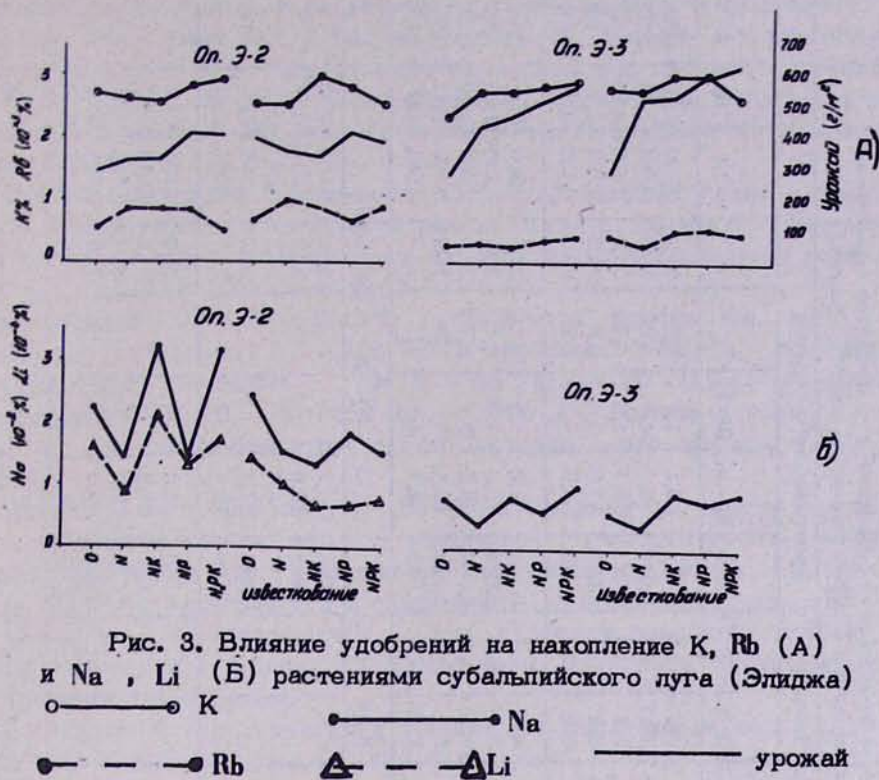


Рис. 3. Влияние удобрений на накопление K, Rb (А) и Na, Li (Б) растениями субальпийского луга (Элиджа)

○ — ○ K ● — ● Na
● — — ● Rb ▲ — — ▲ Li — урожай

анте был выше, чем без известкования. В опыте Э-3 варианты по эффективности располагаются в ряд: $NPK > NP > NK > 0$; наибольшая прибавка составила 104%. На известковом фоне ряд нарушается: наибольшая прибавка (111%) получена в варианте NP.

Содержание калия в опытах (рис. 3 А) по годам колеблется в пределах 2,3–3,1%. В обоих опытах содержание калия наивысшее в вариантах NP и NPK, однако на фоне известкования эта закономерность несколько нарушается — наивысшее содержание калия здесь отмечается в вариантах NK и NP, (в обоих опытах), а в опыте Э-3 в варианте NPK. Увеличение содержания калия в растениях, в общем, совпадает также с повышением урожайности трав.

Содержание рубидия в растениях в опыте Э-2 по вариантам колеблется в пределах 0,5–1,0·10⁻³% и в 2–3 раза превышает его содержание в опыте Э-3. Наибольшее содержание рубидия в опыте Э-2 отмечается в вариантах N, NK, NP (без известкования) и в варианте N (на фоне известкования). В опыте Э-3 наибольшее содержание рубидия отмечено в варианте NPK, а на известковом фоне — в вариантах NP и NK.

Коррелятивная связь между содержанием рубидия и калия в растениях неоднозначная: в опыте Э-2 коэффициент корреляции отрицательный и равен -0,45, а в опыте Э-3 положительный и составляет +0,51 (табл. 4).

Таблица 4

Опыт, год	В а р и а н т ы		Отношения в растениях				Наблюдаемые отношения				К, б, п.			
			Rb/K ($\cdot 10^{-3}$)	Rb/Na ($\cdot 10^{-3}$)	Rb/Li	Li/Na ($\cdot 10^{-3}$)	Rb-K	Rb-Na	Rb-Li	Li-Na	K	Na	Rb	Li
Э-2 1964	Контроль		0,25	30,9	4,3	7,3	0,031	9,1	1,7	5,2	27,9	0,099	0,75	0,52
	N		0,33	61,4	10,1	6,1	0,041	18,1	4,0	4,4	26,9	0,061	1,10	0,27
	NK		0,33	20,6	4,1	6,6	0,041	6,1	1,6	4,7	24,6	0,130	1,00	0,62
	NP		0,30	59,6	6,4	9,3	0,038	17,5	2,6	6,6	28,5	0,061	1,00	0,41
	NPK		0,18	16,5	3,0	5,5	0,023	4,9	1,2	3,9	28,1	0,130	0,62	0,52
после дейст- вие удо- брений	Контроль	на фоне известкова- ния	0,27	27,9	4,8	5,8	0,034	8,2	1,9	4,1	24,1	0,099	0,79	0,41
	N		0,35	64,7	9,8	6,6	0,044	19,0	3,9	4,7	25,2	0,065	1,20	0,31
	NK		0,29	66,2	12,8	5,2	0,036	19,5	5,1	3,7	24,5	0,057	1,10	0,21
	NP		0,23	35,6	9,4	3,8	0,029	10,5	3,8	2,7	26,9	0,075	0,77	0,21
	NPK		0,34	56,5	10,9	5,2	0,043	16,7	4,4	3,7	24,7	0,061	1,00	0,24
$r(\text{Rb} - \text{K}) = - 0,45; \quad r(\text{Li} - \text{Na}) = + 0,88 \pm 0,17$														
Э-3 1965	Контроль		0,10	29,6			0,013	8,7			22,0	0,033	0,29	
	N		0,10	70,0			0,013	20,6			26,3	0,016	0,34	
	NK		0,09	29,6			0,011	8,7			24,3	0,031	0,27	
	NP		0,13	58,1			0,016	17,1			26,7	0,025	0,42	
	NPK		0,15	43,0			0,019	12,6			27,3	0,041	0,51	
	Контроль	на фоне известкова- ния	0,15	71,4			0,019	21,0			27,0	0,023	0,49	
	N		0,09	73,5			0,011	21,6			26,5	0,014	0,31	
	NK		0,16	53,4			0,020	15,7			25,7	0,033	0,51	
	NP		0,18	68,0			0,023	20,0			27,9	0,031	0,62	
	NPK		0,14	47,4			0,018	13,1			27,6	0,035	0,48	
$r(\text{Rb} - \text{K}) = + 0,51 \pm 0,30$														

Содержание натрия в растениях по годам отличается: в опыте Э-2 оно в 2-3 раза выше, чем в опыте Э-3. В обоих опытах содержание натрия в растениях повышено в вариантах, где внесен калий (НК и NPK). В опыте Э-2 наивысшее содержание натрия в известкованных вариантах отмечается в растениях контрольного варианта (рис. 3, Б).

Содержание лития в растениях по вариантам колеблется в пределах $0,07-0,21, 10^{-3}\%$. Отмечается параллелизм в изменении содержания натрия и лития по вариантам опыта (Э-2); коэффициент корреляции для пары Li-Na тесный ($r = +0,88$).

Отношение Rb/K (табл. 4) в растениях колеблется по вариантам в пределах $0,1 - 0,3, 10^{-3}$; отношение Rb/Na значительно превышает отношение Rb/K и по вариантам опытов колеблется в пределах $20-70, 10^{-3}$. Отношение Rb/Li больше единицы (3-11) и свидетельствует о преобладании в растениях рубидия над литием.

Величины Н.О. для пары $Rb - K$ по вариантам опытов колеблются в пределах сотых долей, что указывает на предпочтительное поглощение растениями из почвы калия относительно рубидия. Н.О. для пары $Rb - Na$ колеблется в пределах $n - 10n$, а для пар $Rb - Li$ и $Li - Na$ - в пределах n , т.е. растения предпочтительнее поглощают из почвы рубидий по сравнению с натрием и литием и литий по сравнению с натрием.

Коэффициент биологического поглощения растениями калия в условиях субальпийской зоны (Элиджа) высокий в обоих опытах и по вариантам колеблется в узких пределах (22-28). Вслед за калием наибольшая величина К.б.п. отмечается для рубидия, затем для лития. Величина К.б.п. для натрия наименьшая (в пределах сотых долей).

Таким образом, исследования позволили установить, что в альпийской зоне содержание калия в почве и в растениях пониженное по сравнению с субальпийской зоной. В вариантах опытов, где вносился калий, содержание его в растениях повышается. Иная картина наблюдается в отношении рубидия. Содержание его в растениях альпийского луга выше, чем субальпийского. В вариантах, где вносился калий (РК, НК, NPK), содержание рубидия резко снижается, т.е. наблюдается обратная коррелятивная зависимость между содержанием рубидия и калия в растениях обоих опытов. Это объясняется близостью свойств калия и рубидия, благодаря чему недостаток калия в растениях компенсируется усиленным поглощением рубидия. Эти данные подтверждаются результатами вегетационных опытов, которые показали, что при недостатке калия в питательной среде растения (ячмень, фасоль) усиленно поглощали рубидий (3). По сравнению с контролем содержание рубидия в вариантах N и NP повысилось.

В субальпийской зоне содержание калия в растениях по вариантам опытов колеблется в близких пределах (2,3-3,1%), т.е. значительных изменений в содержании калия под влиянием удобрений не наблюдается. Отмечается лишь тенденция некоторого повышения его в вариантах, где вносилось калийное удобрение. В отношении рубидия также не наблюдается четкой картины. В результате коррелятивная зависи-

мость между рубидием и калием неоднозначна. Это можно объяснить тем, что растения этой зоны лучше обеспечены калием.

В табл. 5 приведены показатели отношений калия и рубидия в контрольных вариантах полевых опытов в различные годы. Как видим, эти показатели в 1965 г. пониженные. Так например, показатели К.б.п. для калия снизились в 1,1 и 1,2, для рубидия 1,7 и 2,6 раза.

Таблица 5

Показатели количественных соотношений
К и Rb в контрольных вариантах в субальпийской зоне
по годам

О п ы т	Г о д	Rb/K 10 ⁻³	Н.О.	r (Rb - K)	К.б.п.	
					К	Rb
К - 1	1965	0,23	0,030	+0,52	23,6	0,73
К - 2	1967	0,37	0,049	-0,41	25,9	1,3
Э - 2	1964	0,25	0,031	-0,45	27,9	0,75
Э - 3	1965	0,10	0,013	+0,51	22,0	0,29

Снижение поглощения калия и рубидия вызвано условиями внешней среды. 1965 год отличался от других большим количеством осадков. Известно, что при обильных и длительных дождях растения могут терять значительное количество щелочных элементов (4,5). Этим, а также и другими факторами (температура, влажность почв и растений, сроки скашивания) можно объяснить различия в накоплении элементов в растениях. В отличие от других лет, коэффициент корреляции между рубидием и калием в опытах 1965 года оказался положительным.

Был рассчитан коэффициент корреляции между рубидием и калием по всем вариантам шести опытов - он оказался отрицательным, хорошо выраженным, достоверным ($r = -0,78 \pm 0,06$). Таким образом, выявилась закономерность, указывающая, что между накоплением рубидия и калия луговыми растениями имеется обратная коррелятивная зависимость. Она четко проявилась в условиях альпийской зоны, где сравнительно пониженное содержание калия в растениях сопровождалось большим поглощением рубидия.

В опытах по удобрению альпийских и субальпийских лугов наблюдается четко выраженный параллелизм в накоплении натрия и лития растениями: коэффициент корреляции во всех опытах положительный и хорошо выражен. В альпийской зоне наблюдается уменьшение содержания натрия и лития в вариантах, где получена большая прибавка урожая (NK , NP , NPK). На фоне известкования эта закономерность нарушается. В субальпийской зоне в этих же вариантах отмечается некоторое повышение, а на известковом фоне - снижение в содержании натрия и лития.

В табл. 6 приведены крайние показатели К.б.п. щелочных элементов растениями горных лугов. Согласно приведенным данным, исследуемые элементы по поглотительной способности составляют ряд:

Таблица 6

Колебания показателей коэффициентов биологического поглощения (К.б.п.) под влиянием удобрений

Зона, пункт		K	Rb	Li	Na
Альпийская А р а г а ц		17-35	2,4-7,8	0,3-1,0	0,1-0,4
Субальпий- ская	Кучак	23-30	0,7-1,7	0,09-0,2	0,08-0,3
	Элиджа	22-28	0,3-1,1	0,2-0,6	0,01-0,1

$K > Rb > Li \geq Na$, тогда как по абсолютному содержанию они располагаются следующим образом: $K > Na > Rb > Li$. Под действием удобрений эти показатели изменяются в 1,5-3 раза.

Наблюдаемые отношения (Н.О.) показывают предпочтительное усвоение калия по сравнению с рубидием (Н.О. для пары $Rb - K < 1$), по отношению же к натрию и литию проявляется предпочтение в усвоении растениями рубидия (Н.О. для пар $Rb - Na$, $Rb - Li > 1$). Такие же данные были получены при изучении поведения щелочных элементов в системе почва-растение в естественных условиях горных лугов (6). Под действием удобрений произошли некоторые количественные изменения.

В ы в о д ы

1. В условиях пониженного содержания калия в почвах альпийского луга отмечается четко выраженная обратная коррелятивная зависимость между содержанием калия и рубидия - в вариантах, где внесен калий, содержание его в растениях увеличилось, а рубидия снизилось. Очевидно, недостаточное содержание калия в растениях компенсируется усиленным поглощением рубидия.

2. В субальпийской зоне, где растения лучше обеспечены калием, четко выраженной закономерности в накоплении калия и рубидия по вариантам опытов не наблюдалось.

3. Прослеживается четко выраженный параллелизм в накоплении натрия и лития в растениях по вариантам опытов по удобрению альпийских и субальпийских лугов - коэффициент корреляции между содержанием натрия и лития тесный, положительный.

4. Исследования показали, что по поглотительной способности щелочные элементы располагаются в ряд: $K > Rb > Li \geq Na$. Под действием удобрений происходят некоторые количественные сдвиги показателей, не нарушающие выявленных закономерностей.

Վ. Լ. Անանյան, Լ. Ա. Արարատյան

ԼԵՌՆԱՄԱՐԳԱԳԵՏՆԱՅԻՆ ԲՈՒՑՍԵՐԻ ՄԵՋ ԱԼԿԱԼԻԱԿԱՆ ՏԱՐՐԵՐԻ
ԿՈՒՏԱԿՄԱՆ ԱՌԱՆՋՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ՝ ՊԱՐԱՐՏԱՑՄԱՆ ԱԶ-
ԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ՆԵՐՔՈ

Ամփոփում

Ալպյան գոտում դաշտային փորձերի այն տարրերակներում, որտեղ տրվել է կալիում, վերջինիս պարունակությունը բույսերի մեջ բարձրացել է, իսկ ռուբիդիումինը նվազել է կոռելյատիվ կապը նրանց միջև բացասական է: Ենթալպյան գոտում, ուր բույսերը կալիումով ավելի ապահովված են, ռուբիդիումի և կալիումի մեջ ցայտուն պոտանցիալով կոռելյատիվ կապ չի:

(նկատվում:

փորձերում Na -ի և Li -ի միջև հայտնաբերվել է ցայտուն դրական կոռելյացիա: Ըստ իրենց կլանողական ունակության ալկալիական տարրերը կազմում են հետևյալ շարքը: $\text{K} > \text{Rb} > \text{Li} > \text{Na}$:

V. L. Ananyan, L. A. Araratyan

CHARACTERISTICS OF THE ACCUMULATION OF ALKALIC ELEMENTS IN PLANTS OF ALPINE MEADOWS AS AFFECTED BY FERTILIZERS

Summary

In the Alpine zone where K was used, the content of K showed an increase in the plant, but the amount of Rb decreased. The correlative link between them is negative. In the sub-Alpine zone where the plants have a greater supply of K, a prominently expressed correlative link between Rb and K has not been observed.

The experiments have shown a prominently expressed positive correlation between Na and Li. According to their absorption capability the alkalic elements form the following row: $\text{K} > \text{Rb} > \text{Li} > \text{Na}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. С. Г. Наринян. Альпийские ковры Кавказа как особый тип растительного покрова (вопросы генезиса и классификации). Тр. Ботанического ин-та АН Арм ССР. т. XIII, 1962, с. 5-27.
2. Л. А. Араратян, Г. М. Мкртчян. Методика количественного спектрального анализа K, Na, Rb, Li в почвах, почвенных вытяжках и растениях. В настоящем сборнике.
3. В. Л. Ананян, Е. А. Погосян, Л. А. Араратян. К вопросу о поглощении K, Na, Rb растениями. "Агрохимия", № 2, 1971, с. 32-37.

4. М. Н. Першина, М. С. Яковлева. Биологический круговорот зольных веществ в каштановых почвах. "Изд-во Тимирязевской с.х. академии", № 4, 1964, с. 122-129.
5. А. Л. Ковалевский. Биогеохимия растений, (от редактора) "Тр. Бурятского ин-та естественных наук", Улан-Удэ, 1969, с.3-5.
6. В. Л. Ананян, Л. А. Араратян. О поведении щелочных элементов K, Na, Rb, Li в системе почва-растение в условиях горных лугов. "Агрохимия", № 12, 1973, с. 86-92.