

В. Л. АНАНЯН, А. Ш. АВЕТИСЯН

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА НАКОПЛЕНИЕ РАДИЯ И КАЛЬЦИЯ В РАСТЕНИЯХ

Роль радия в жизни растений еще не выяснена. Исследования относительно его содержания в растениях проводились в геохимическом аспекте в связи с изучением вопросов миграции рассеянных элементов и поиском растений-индикаторов при геологической разведке.

Перцев [1] по материалам ряда авторов приводит данные о содержании радия в разных растениях. По этим данным, в двудольных цветковых растениях содержание радия колеблется в пределах $0,9-9,4 \cdot 10^{-11}$ кюри/кг, в некоторых овощах и фруктах от 0,1 до $2,9 \cdot 10^{-11}$ кюри/кг.

Исследования Баранова и Кунашевой [2, 3, 4] показали, что радий, поступающий из почвы или водного раствора, накапливается в основном в корнях. Концентрация радия в корнях опытных растений в 100—200 раз превышает концентрацию его в надземной части. На основании этого было сделано заключение, что корни являются той специфической частью растений, где радия накапливается особенно много.

Попова и другие [5] в специальном эксперименте в условиях вегетационного опыта, изучали распределение поступающего из почвы радия в различных частях растений. На основании этих исследований авторы пришли к выводу, что «как правило, концентрация радия в корнях выше, чем в надземной массе, однако в отдельных частях последней (в наиболее возрастно старых листьях) она может даже превышать концентрацию радия в корнях». Эти данные указывают также на малую подвижность радия в растениях. В этом отношении радий, будучи в одной группе с кальцием, может быть отнесен к числу аналогов кальция.

Настоящая работа проведена с целью изучения влияния удобрений на концентрацию радия в растениях субальпийского луга.

Определение радия в золе растений и почв проводилось эманационным методом, электрометром СГ-11. Разложение навески золы растений (до 20 г) проводили в платиновых чашках смесью 20 мл NH_4OH + 20 мл NH_4F . Обработка почвы производилась HF. Ошибка среднего при определении радия (растения, почвы) составила для большинства образцов 3—12%. В отдельных образцах ошибка достигала до 25%. Эти данные приведены в скобках.

Исследования проводились в образцах растений с полевых опытов.

Опыт 4—1, 4—2, 4—3. Гегамский хребет (Элиджа) субальпийская зона

Опыт проводился в двух сериях — с известкованием и без известкования. Удобрения (N, P, K) вносились из расчета 100 кг действующего начала на 1 га, известь — 3 т/га. Опыт заложен в 1963 г. (№ 4—1); в 1964 г. (№ 4—2) учитывалось последствие удобрений. В 1965 г. (№ 4—3) снова внесено удобрение. Величина делянок 1,56 м², учетной 1 м². Повторений — 4.

Почва — горно-луговая, темно-коричневая с большим содержанием гумуса и pH 5,5—6,0. Растительность разнотравно-бобово-злаковая. Как показали результаты опыта, наибольшие прибавки получены в вариантах NP и NPK, причем на фоне известкования прибавки по NP значительно выше, чем по NPK. Урожай контрольных делянок по известковому фону несколько выше контроля без известкования.

Последствие удобрений (1964) почти совсем не проявилось — отмечается лишь незначительная прибавка в вариантах NP и NPK, при этом прибавка от NP несколько выше, чем от NPK. Результаты опыта 1965 г. такие же, как и 1963 г.

Опыт Амберд, 1963. Южный склон Арагаца, лесостепная зона. Почва горно-луговая, с высоким содержанием гумуса, pH водной суспензии 4,5. Опыт проводился также на известковом фоне и без него. Испытывались варианты O и NPK. Дозы удобрения были те же. Результаты опыта показали значительную эффективность полного минерального удобрения (NPK). На фоне известкования уровень от NPK был несколько ниже, чем без известкования.

Опыты по удобрению люцерны* заложены на двух разностях бурых почв — карбонатной (Октемберянский район) и бескарбонатной (Эчмиадзин), в вегетационно-полевых цементных сосудах на участке Лаборатории агрохимии. Результаты показали очень слабую эффективность удобрений на урожай люцерны. Анализ радия был сделан на растениях второго укоса.

Сравнительно высокое содержание радия (табл. 1) отмечено в пахотном слое бурой карбонатной почвы (Октемберян). В горно-луговых почвах наблюдаются значительные изменения по горизонтам; сравнительно низкое содержание отмечалось в поверхностном, задержанном (0—5 см) слое, в горизонте A₁ (5—25 см) содержание радия повышается; в горизонте B (25—35 см) снова снижается. В Элидже, на глубине 35—45 см содержание радия снова повышается.

Как видно из табл. 2, содержание радия в растениях (сене) субальпийского луга изменялось по годам в небольших пределах — от 4,11 до 6,25·10⁻¹²%. Люцерна же, выросшая на бурой карбонатной и бескарбонатной почвах, содержит значительно меньше радия—1,79—2,26·10⁻¹²%. Содержание кальция в люцерне было выше, чем в луговых растениях.

* Опыт заложен и образцы представлены Р. Рафаеляном.

Таблица 1

Содержание радия в почвах

Почва; угодие, место	Глубина взятия об- разцов, см	Содержание Ra, $10^{-12}\%$
Горно-луговая, сенокос, Элиджа	0-5	91,0
	5-15	111,0
	15-25	128,0
	25-35	99,0
	35-45	141,0
Горно-луговая, сенокос, Амберд	0-5	89,5
	5-10	122,5
	10-20	154,0
	20-40	96,0
Бурая карбонатная, культурно- поливная, пашня, Октемберян	0-25	140,0

Таблица 2

Содержание радия и кальция в растениях лугов и люцерны
(в контрольных вариантах опытов)

Место	Год	Растения	Ra, $10^{-12}\%$	Ca, $\%$
Элиджа	1963	Сено	5,65	1,54
	1964		6,25	1,72
	1965		4,43	—
Амберд	1963	Люцерна (сено)	4,11	0,76
Октемберян	1964		2,26	1,84
Айтах	1964		1,79	2,22

В табл. 3 и на рис. 1 приводятся результаты полевых мелкоделя-
ночных опытов по удобрению лугов.

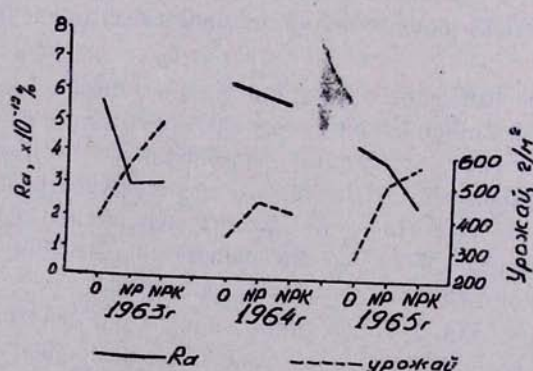


Рис. 1. Влияние удобрений на урожай и накопление радия в растениях субальпийского луга

Приведенные данные показывают корреляцию между величиной урожайности и содержанием Ra и Ca в единице массы урожая. Урожайность при удобрении NP и NPK повышается, содержание Ca в растениях

Влияние удобрений на урожай, содержание и вынос Ra и Ca растениями лугов и люцерной

Год опыта	Серия	Варианты	Урожай, г/м ² M $\pm$ m	Ra, 10 ⁻¹² о/о	Ca, о/о	Вынос урожая, г/м ²	
						Ra, 10 ⁻¹²	Ca
Элиджа, 1963	Без известкования	O	403 $\pm$ 27	5,65	1,54	22,77	6,20
		NP	573 $\pm$ 48	2,94	1,10	16,85	6,30
		NPK	608 $\pm$ 43	3,12	1,17	18,97	8,11
	Известкование	O	425 $\pm$ 24	3,63	1,72	15,43	7,28
		NP	591 $\pm$ 20	3,38	1,39	19,98	8,21
		NPK	588 $\pm$ 23	4,28	1,18	25,17	6,93
Элиджа, 1964	Без известкования	O	292 $\pm$ 13	6,25	1,62	20,37	5,28
		NP	407 $\pm$ 32	5,94	1,13	26,55	5,05
		NPK	410 $\pm$ 26	5,63	1,46	23,08	5,98
	Известкование	O	392 $\pm$ 42	8,12	1,85	29,15	6,54
		NP	412 $\pm$ 34	7,47	1,74	30,70	7,15
		NPK	378 $\pm$ 30	6,70	1,69	25,46	6,42
Элиджа, 1965	Без известкования	O	274 $\pm$ 23	4,43	—	12,14	—
		NP	513 $\pm$ 35	3,75	—	19,24	—
		NPK	560 $\pm$ 52	2,42	—	13,55	—
	Известкование	O	280 $\pm$ 34	4,47	—	12,52	—
		NP	591 $\pm$ 36	4,74	—	28,01	—
		NPK	513 $\pm$ 34	3,37	—	17,29	—
Нор-Ам-бер, 1963	Без известкования	O	420 $\pm$ 24	4,11	0,76	17,26	3,19
		NPK	590 $\pm$ 65	(2,86)	0,61	16,87	3,60
	Известкование	O	440 $\pm$ 36	2,85	0,74	12,54	3,25
		NPK	570 $\pm$ 26	—	0,43	—	2,45
Октем-беран, 1964	Без известкования	O	470	2,26	1,62	10,62	7,61
		PK	664	4,36	1,69	28,95	11,22
		NPK	710	5,09	1,79	35,86	12,61
Айтах, 1964	Без известкования	O	610	1,79	2,41	10,91	14,70
		PK	691	2,78	2,54	18,61	17,55
		NPK	667	2,46	1,70	16,41	11,33

при этом уменьшается, правда, в незначительных количествах, но это наблюдается во всех опытах. Очевидно, здесь происходит явление «разбавления» в большем объеме массы растений. То же происходит и с радием. За исключением одного случая (оп. 4—1, 1963 г., серия известкования, вариант NPK), в остальных четырех содержание радия снижалось при увеличении урожая в вариантах NP и NPK.

В опыте 4—2, 1964 г. при последствии удобрений отмечается значительно более низкий уровень урожайности и более высокий уровень

содержания радия и Са, при этом содержание Ra на известковом фоне выше, чем без известкования, но характер поведения его по вариантам опыта сохранился тот же.

В опыте с люцерной четко выраженной разницы в содержании Ra в растениях, выросших на бурой карбонатной и бескарбонатной почвах, нет. Характер поведения Ra при удобрении здесь пной. Наименьшее содержание Ra — в контроле и наибольшее — при удобрении.

Вынос элементов зависит от удельного содержания их и величины урожая. Наблюдаемое уменьшение в содержании Са и Ra в опытах по удобрению лугов, связанное с увеличением урожая при удобрении NP и NPK, привело к некоторой шивелировке данных (по выносу их с единицы площади) с контрольными вариантами.

В Элиджа с 1 м^2 выносятся от 5,05 до 8,21 г Са, в Амберде—2,45—3,60 г. Вынос Са люцерной на бурой бескарбонатной почве был выше (11,33—17,55 г/м²), чем на карбонатной почве (7,61—12,61 г/м²). Надо иметь в виду, что люцерна скашивается от 3 до 5 раз. Соответственно числу укосов увеличивается и вынос Са и Ra.

Вынос Ra на лугах колеблется в более широких пределах: от 12,54 до 30,70- 10^{-12} г/м². В опытах 1964 и 1965 гг. наибольший вынос отмечался в варианте NP. Вынос радия в опыте 1965 г. был значительно ниже, чем в предыдущие годы. В опыте с люцерной вынос радия увеличивался в удобренных вариантах, при этом на карбонатной почве при полном минеральном удобрении он был почти в 3 раза выше, чем в контроле.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

1. Содержание Ra в почве колеблется в пределах порядка $10^{-10}\%$, а в растениях $10^{-12}\%$ (на сухой вес).
2. В бурых почвах содержание Ra несколько выше, чем в горно-луговых. Отмечается неравномерное распределение Ra по горизонтам горно-луговой почвы.
3. Содержание радия в луговых растениях (сене) выше, чем в люцерне. Содержание Са, наоборот, выше в люцерне.
4. На лугах с увеличением урожая, при удобрении NP и NPK происходит уменьшение содержания Са и Ra на единицу веса растений (сено).
5. В опыте с люцерной на бурых почвах отмечается обратная тенденция. При удобрении (PK и NPK) содержание радия несколько увеличивается.
6. В опытах по удобрению луга вынос Са урожаем сена колеблется от 2,45 до 8,21 г/м². Четкой зависимости от применения удобрений и известкования не отмечается. Вынос Са люцерной выше (от 7,61 до 17,55 г/м²).
7. Вынос Ra на лугах колеблется от 12,54 до 30,70- 10^{-12} г/м². В опытах 1964 и 1965 гг. наибольший вынос отмечается в вариантах, удобренных азотом и фосфором.

Вынос радия люцерной (урожаем второго укоса) колеблется в пределах $10,62-35,86 \cdot 10^{-12}$ г/м²). В удобренных вариантах вынос Ra увеличивается.

Վ. Լ. ԱՆԱՆՅԱՆ, Ա. Շ. ԱՎԵՏԻՍՅԱՆ

ԲՈՒՅՍԵՐԻ ՄԵՋ ՌԱԴԻՈՒՄԻ ԵՎ ԿԱԼՑԻՈՒՄԻ ԿՈՒՏԱԿՈՒՄԸ
ՊԱՐԱՐՏԱՆՅՈՒԹՅԵՐԻ ԱՋԻԵՑՈՒԹՅԱՆ ՏԱԿ

Ա մ փ ո փ ու մ

Փորձերը իրականացվել են դաշտային պայմաններում, ինչպես ենթալպիական խոտհարքների, այնպես էլ դաշտավեգետացիոն անոթներում զորշ հողերի վրա՝ առվույտի հետ:

Խոտհարքների վրա խոտի բարձր բերք ստացվել է NP և NPK տարրերակներում: Պարարտանյութերի ազդեցությունը առվույտի վրա թույլ է: ենթալպիական բույսերի (խոտ) մեջ ռադիումի պարունակությունը առվույտի համեմատությամբ բարձր է: Խոտի բերքի բարձրացման դեպքում տեղի է ունենում ռադիումի և կալցիումի հարաբերական պարունակության իջեցում: Առվույտի մեջ NK և NPK տարրերակներում նկատվում է ռադիումի պարունակության մի փոքր ավելացում:

V. L. ANANYAN, A. Sh. AVETISYAN

THE ACCUMULATION OF RADIUM AND CALCIUM IN PLANTS
AS INFLUENCED BY FERTILIZERS

S u m m a r y

The experiments were carried out in field conditions, both in sub-alpine meadows and field-vegetation pots on brown soils with lucerne.

In the NP and NPK varieties a high yield of hay was obtained in the meadows. The effect of fertilizers on lucerne is weak. In the sub-alpine plants (hay) the content of Radium in relation with the yield of lucerne is high. When yield of hay is high, there takes place a relative decrease of the contents of Radium and Ca. In the variants of NP and NPK the content of Radium seems to be increasing slightly.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. А. Перцев, Природная радиоактивность биосферы. Атомиздат, 1964.
2. К. Г. Кунашева, Тр. биогеохим. лабор. Ин-та геохимии и аналитической химии АН СССР, 5, Изд-во АН СССР, 1937.
3. К. Г. Кунашева, Тр. биогеохим. лабор. Ин-та геохимии и аналитической химии АН СССР, 9, Изд-во АН СССР, 1949.
4. В. И. Баранов, ДАН СССР, 24, № 9, 945, 1939.
5. О. Н. Попова, Р. П. Коданева, П. П. Вавилов, Физиология растений, т. II, вып. 3, 1964, стр. 436.