

В. Л. АНАНЯН

О ЕСТЕСТВЕННОЙ РАДИОАКТИВНОСТИ ПОЧВ
АРМЯНСКОЙ ССР

В различных почвах Армянской ССР определяли содержание урана, тория, радия, а также калия и рубидия. Средние значения их составили (Бк/кг): ^{238}U — 45,5, ^{226}Ra — 46,7, ^{232}Th — 36,4, ^{40}K — 355,5, ^{87}Rb — 39,6. Сумма их составила 552,7 Бк/кг. В почвах наибольший вклад в суммарную радиоактивность вносит калий — 68% от суммы.

Естественная радиоактивность почв определяется наличием в их составе тория, урана, радия, продуктов их распада, а также калия, рубидия и более редких радиоактивных элементов и изотопов. Тяжелые радионуклиды ^{238}U и ^{232}Th являются материнскими нуклидами семейств, состоящих из 18 и 21 радионуклидов соответственно, в том числе ^{210}Po и ^{210}Pb .

Между радиоактивностью почв и материнской породой существует связь. Основным фактором, определяющим уровень естественной радиоактивности почв, является радиоактивность материнской породы [10, 11, 15, 20].

Однако вертикальное распределение радия и тория по почвенному профилю в определенной мере отображает характер почвообразовательных процессов. На некоторых почвах, как например, в подзолах, эти элементы выносятся из поверхностных слоев и аккумулируются в иллювиальных горизонтах [20]. Исследованиями ряда авторов [1, 2, 10, 11, 15, 16, 17, 20, 21] показано, что в почвах, благодаря непрерывно идущим процессам миграции, происходит сдвиг радиоактивного равновесия.

Нашей задачей являлось определение главных радиоактивных естественных элементов в пахотном слое основных типов почв в различных пунктах Армянской ССР. Приведенные данные далеко не охватывают всю территорию республики, однако позволяют составить определенное представление об уровнях естественной радиоактивности почв.

Таблица 1
Содержание радия и тория в различных почвах АрмССР, Бк/кг

Почвы	Радий		Торий	
	число пунктов	пределы среднее	число пунктов	пределы среднее
Бурые, карбонатные староорошаемые	2	49,2 — 51,8 50,4	1	28,5
Светло- и темно каштановые	5	32,2 — 77,0 49,2	4	28,5 — 31,3 29,6
Черноземы	8	36,3 — 72,9 60,1	8	30,1 — 44,3 34,6
Горно-луговые	2	40,7 — 45,2 42,9	5	41,1 — 59,8 51,3
Бурая, лесная	1	30,7	1	38,2
Для всех пунктов	18	32,2 — 77,0 50,6	19	28,5 — 59,8 36,0

Определение радия проводили эманационным методом на электрометре СГ—11. Разложение навески почвы проводили НФ. Ошибка среднего составила $\pm 12—15\%$. Торий определяли колориметрическим методом по реакции с арсеназо—III.

Содержание Ra, Th в исследуемых почвах [1, 2] колеблется до двух раз, среднее содержание составляет соответственно 50,6 и

36,0 Бк/кг. По типам почв различий в содержании радия не наблюдается. В отношении тория отмечается некоторое повышение в горно-луговых почвах (табл. 1).

Содержание радия в почвах СССР по Баранову [10] колеблется от $1 \cdot 10^{-12}$ до $1,7 \cdot 10^{-10}$ %, т. е. от 0,4 до 63,0 Бк/кг, тория от $4,0 \cdot 10^{-6}$ до $16 \cdot 10^{-4}$ %, т. е. 0,16—65,0 Бк/кг. В этих же пределах они содержатся в почвах Украины и Среднего Поволжья [14, 16, 17]. В. Ф. Дричко [18] для черноземных, каштановых, бурых полупустынных, сероземных почв приводит следующие данные о содержании радия 32,2—77,0 Бк/кг, тория 28,5—59,8 Бк/кг. Содержание тория в профиле горных и степных почв Нахичеванской АССР колеблется в пределах $14,0 \cdot 10^{-4}$ — $19,1 \cdot 10^{-4}$ % или 56,9—77,3 Бк/кг [9].

Сопоставление этих данных с нашими показывает, что содержание радия и тория в почвах АрмССР в основном находится в пределах, характерных для почв других регионов СССР.

Исследования Б. И. Вайсберг и др. [14] показали, что содержание Ra тесно коррелирует с содержанием илистой и крупно-пылевой фракций и распределение его по профилю почв зависит главным образом от механического состава горизонтов. С содержанием же гумуса достоверной корреляции не обнаружено. Наши исследования также показали, что зависимость между содержанием гумуса, радия и тория для пахотных слоев различных почв АрмССР (за исключением горно-луговых) не существенна ($r=0,45 \pm 0,23$) для 17 пунктов. Для тория связи не обнаружено ($r=0,04$).

Содержание урана в почвах определяли экстракционно-фотометрическим методом с реагентом арсеназо—III.

Содержание урана в почвах АрмССР. Бк/кг

Таблица 2

Почвы	Число пунктов	Пределы колебаний	Среднее	Коэффициент вариации, %
Бурые полупустынные, лугово-бурые староорошаемые	8	19,5—62,8	37,5	39
Горно-каштановые	4	33,4—58,2	49,1	22
Горные черноземы	7	36,6—67,3	50,6	21
Горно-луговые, лугово-степные	9	31,7—54,3	44,8	11
Горно-лесные коричневые	9	19,5—78,3	45,7	24
Для всех пунктов	37	19,5—78,3	45,7	25

Приведенные данные (табл. 2) указывают на значительные различия в содержании урана в пределах одного типа почв. Коэффициенты вариации ($V, \%$) колеблются от 11 до 39%, при этом наименьший коэффициент наблюдается для горно-луговых и луговостепных почв, а наибольший—для бурых почв Араратской равнины. Большие колебания для последних, очевидно, можно объяснить тем, что характер взятых почв различался—образцы брались с полупустынных новоосвоенных участков и с староорошаемых земель. Четких различий между типами почв по содержанию урана нет. Отмечается лишь некоторая тенденция к повышению содержания урана в черноземах и горно-лесных коричневых почвах.

Распределение урана по почвенному профилю находится в зависимости от содержания его в подстилающих породах и почвообразовательных процессов [3, 14, 15, 20]. В ряде исследованных почвенных разрезов наблюдалось повышение, в других же наоборот, снижение содержания урана с глубиной. В исследованных нами почвах содержание гумуса колебалось в больших пределах—от 1,6 до 10,3%, однако корреляционной зависимости от содержания урана не наблюдается.

Среднее содержание ^{40}K и ^{87}Rb в почвах АрмССР

Таблица

Почвы	Число пунктов	Бк кг	
		калий	рубидий
Бурая полупустынная орошаемая	1	418.5	27.0
Каштановая	2	359.2	38.5
Черноземы	4	359.2	40.7
Горно-лесная	4	333.3	44.1
Лугово-степная	5	307.4	45.5
Горно-луговая	14	307.4	42.6

Среднее содержание естественных радиоактивных элементов в почвах АрмССР, Бк/кг

Таблица 4

Почвы	^{238}U	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K	^{87}Rb	Сумма	^{40}K в % от суммы
Бурые	37.5	50.4	28.5	418.5	27.0	561.9	74
Каштановые	49.1	49.2	29.6	359.2	38.5	525.6	68
Черноземные	50.6	60.1	34.6	359.2	40.7	545.2	66
Горно-луговые	44.8	42.9	51.3	307.4	42.6	489.0	63
Коричневые лесные	45.7	30.7	38.2	333.3	44.1	492.0	68
Для всех пунктов	45.5	46.7	36.4	355.5	38.6	522.7	67
Число пунктов	37	18	19	30	30		

Содержание урана в черноземных, каштановых, сероземных почвах СССР колеблется от 22,2 до 37,0 Бк/кг [18]. Как видно из табл. 2, пределы колебаний в почвах АрмССР шире—от 19,5 до 78,3 Бк/кг.

Калий и рубидий в почвах определяли методом количественного спектрального анализа на спектрографе ИСП—51 после предварительного озоления. Коэффициент вариации $\pm 7—13\%$ [6].

Известно, что β -активность природных объектов обусловлена в основном калием [21]. Калий является одним из основных биогенных элементов, состоит он из трех изотопов— ^{39}K , ^{40}K , ^{41}K , из них обладает радиоактивностью ^{40}K . На его долю приходится 0,011% от смеси изотопов. Рубидий также является радиоактивным элементом, состоит он из двух изотопов— ^{85}Rb и ^{87}Rb . Содержание радиоактивного изотопа ^{87}Rb составляет 27,85% от природной смеси изотопов. Среднее содержание калия в земной коре равно 2,5%, Rb— $1,5 \cdot 10^{-2}\%$ [15]. 1 мг природного калия имеет активность, равную 0,028 Бк, рубидия—0,068 Бк. Рубидий и калий очень близки по химическим и физическим свойствам. Содержание щелочных элементов K и Rb в породах увеличивается от ультраосновных пород к кислым. Исследования Р. Х. Айдинян [4] показали, что рубидий содержится в основном во фракции тонкой глины, что является результатом деятельности растительных организмов. Исследованиями также установлено [4, 5, 7, 8, 12], что содержание калия и рубидия в гумусовых горизонтах повышено, т. е. биогенный фактор является важнейшим в распределении этих элементов в почвах. Л. А. Араратян [8] показал, что имеется положительная связь рубидия с гумусом $r=0,65 \pm 0,09$. Зависимость существенна при t_{01} .

Вопросам миграции калия, рубидия и других щелочных элементов Na, Li, в системе почва-растения в АрмССР посвящены работы Л. А. Араратяна [5, 6, 7, 8].

Содержание калия в исследованных почвах колебалось от 1,1 до 1,5%, рубидия— $4,1 \cdot 10^{-2}$ — $6,7 \cdot 10^{-2}\%$. В табл. 3 приведены показатели радиоактивности этих элементов в различных почвах. Как видим, содержание калия уменьшается от бурых к горно-луговым почвам, тогда как содержание рубидия, наоборот, увеличивается.

В табл. 4 приведено среднее содержание естественных радионуклидов в различных почвах АрмССР. Сумма изученных нуклидов сос-

тавляет 522,7 Бк/кг. Наибольший вклад в суммарную радиоактивность вносит калий—доля его от суммы равнялась 68%. Измерения [19] β -активности различных почв, взятых в 1943—1950 годы, когда радиоактивного загрязнения практически не было, показали, что их радиоактивность находится в тех же пределах, которые рассчитаны по сумме определенных естественных радионуклидов. Таким образом, естественный уровень радиоактивности различных почв АрмССР колеблется от 489 до 562 Бк/кг.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 20.X.1987.

Վ. Լ. ԱՆԱՅԱՆ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ԽՍՀ ՀՈՂԵՐԻ ԲՆԱԿԱՆ ՌԱԴԻՈԱԿՏԻՎՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հողերի բնական ռադիոակտիվությունը հիմնականում պայմանավորված է ուրանի, թորիումի, ռադիումի, ինչպես նաև կալիումի և ռուբիդիումի պարունակությամբ: Հողերի բնական ռադիոակտիվության մակարդակը բնորոշող հիմնական գործոնը հողակազմող մայր ապարներն են:

Մեր նպատակն է եղել որոշել Հայաստանի հիմնական հողատիպերի վարելաչափերում գտնվող գլխավոր ռադիոակտիվ տարրերի պարունակությունը:

Իերված տվյալները չեն ընդգրկում Հայկական ԽՍՀ ամբողջ տարածքը, բայց և այնպես հնարավորություն են տալիս որոշակի պատկերացում կազմելու հողերի բնական ռադիոակտիվության մակարդակի մասին:

Ռադիումի որոշումը կատարվել է էմանացիոն եղանակով՝ ՍԳ—11 էլեկտրամետրի օգնությամբ, իսկ հողի նմուշները մշակվել են ֆտորաջրածնի միջոցով: Զափումների միջին սխալը կազմել է 12—15 տոկոս: Թորիումը որոշվել է կոլորիմետրիկ եղանակով՝ ըստ արսենազո—111-ի հետ ունեցած ռեակցիայի:

Հետազոտությունները ցույց են տվել, որ ռադիումի և թորիումի պարունակությունը Հայաստանի հողերում տատանվում է մոտ երկու անգամի շափով, ինչը սակայն չի կապված հողատիպերի հետ: Բացառություն է կազմում թորիումի պարունակությունը լեռնամարգագետնային հողերում, որը որոշ շափով բարձր է մնացած հողատիպերից:

Ուրանը որոշվել է էքստրակցիոն-ֆոտոմետրիկ եղանակով՝ արսենազո—111-ի օգնությամբ: Ուրանի պարունակության զգալի տարբերություն է նկատվել՝ կախված հողատիպերից (աղ. 2):

Հումուսի պարունակությունը ուսումնասիրված հողերում տատանվել է մեծ շափով՝ 1,6—10,3 տոկոս: Հողերում ուրանի և հումուսի պարունակությունների միջև համահարաբերակցական կախվածություն չի նկատվել:

Կալիումի և ռուբիդիումի պարունակությունը որոշվել է սպեկտրալ եղանակով՝ ԻՍՊ—51 սպեկտրոգրաֆի օգնությամբ: Փորձի վարիացիոն գործակիցը կազմում է 7—13 տոկոս:

Ուսումնասիրված հողերում կալիումի պարունակությունը տատանվել է 1,1—1,5, ռուբիդիումինը՝ $4,1 \cdot 10^{-3}$ — $6,7 \cdot 10^{-3}$ տոկոսի սահմաններում: Կալիումի ռադիոակտիվությունը, որը որոշվում է հողում նրա քանակությամբ, նվազում է գորշ հողերից դեպի լեռնամարգագետնային հողերը՝ նրանց ուղղահայաց դոտիականության տարածմանը զուգահեռ, իսկ ռուբիդիումի ռադիոակտիվությունն, ընդհակառակը, աճում է (աղ. 3):

Ուսումնասիրված հողատիպերի գումարային ռադիոակտիվությունը միջին հաշվով կազմում է 522,7 բկ/կգ, որն ըստ առանձին տարրերի բաշխվում է հետևյալ կերպ՝ ^{238}U —45,5, ^{226}Th —46,7, ^{222}Ra —36,4, ^{40}K —355,5, ^{87}Rb —36,6 (աղ. 4)։

Ստացված տվյալները ցույց են տալիս, որ հողերի գումարային ռադիոակտիվության շուրջ 68 տոկոսը պայմանավորված է կալիումով։

V. L. ANANIAN

THE ARMENIAN SSR SOILS NATURAL RADIOACTIVITY

Abstract

The contents of uranium, radium, thorium, as well as potassium and rubidium are determined in the Armenian SSR different soils. These elements average values make (in Bc/kg): ^{238}U —45.5, ^{226}Th —46.7, ^{222}Ra —36.4, ^{40}K —355.5, ^{87}Rb —38.6. Their sum makes 552.7 Bc/kg and the potassium radioactivity makes about 68% of it.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ананян В. Л., Аветисян А. Ш. О содержании радия в некоторых почвах Армении—Агрохимия, 1964, № 6, с. 154
2. Ананян В. А., Аветисян А. Ш. О содержании радия и тория в почвах Армении—Сообщения ИАПГ, № 11. Изд. АН АрмССР, 1971, с. 5—13.
3. Ананян В. Л., Погосян Е. О содержании урана в некоторых почвах АрмССР—Почвоведение, № 10, 1984.
4. Айдинян Р. Х. Распределение редких щелочей в коллондах почв и участие растительности в этом процессе—Геохимия, № 4, 1959, с. 346—357.
5. Араратян Л. А., Ананян В. Л. Содержание щелочных элементов (K, Na, Rb, Zr) в почвах Армянской ССР.—Сообщения ИАПГ, № 19, Изд. АН АрмССР, 1978, с. 3—32.
6. Араратян Л. А., Мкртчян Г. М. Методика количественного спектрального анализа K, Na, Rb, Zr в почвах, почвенных вытяжках и растениях.—Сообщения ИАПГ № 19, Изд. АН АрмССР, 1978, с. 107—114.
7. Араратян Л. А. О содержании рубидия и калия в некоторых почвах АрмССР—Биологический журнал Армении, АН АрмССР 1971, т. XXIV, № 3, с. 75—78
8. Араратян Л. А. Миграция щелочных элементов (K, Na, Rb, Zr) в системе почва-растение в условиях Армянской ССР.—Автореферат канд. диссерт., Ереван, 1974.
9. Баева А. И. Содержание тория в профиле горных и степных почв Нахичеванской АССР. Тезисы докл. IV-Всесоюзного совещания «Биологическая роль микроэлементов и их применение в сельском хозяйстве и медицине». Ленинград: 1970.
10. Баранов В. И., Морозова Н. Г., Кунашев К. Г., Григорьев Г. И. Геохимия некоторых естественных радиоактивных элементов в почвах.—Почвоведение, № 8, 1963.
11. Баранов В. М. Естественная радиоактивность почв—Изв. АН СССР, серия биол., № 1, 1964.
12. Боровик—Романова Т. Ф. Рубидий в биосфере. Тр. биохимической лаборатории АН СССР, 1946, т. 8, с. 145—180.
13. Вернадский В. И. К вопросу о химическом составе почв—Почвоведение, 1913, № 1, с. 1—21.
14. Вайсберг Б. И. Естественная радиоактивность почв лесной зоны и северной лесостепи Среднего Поволжья—Автореферат канд. дисс., М., 1973.
15. Виноградов А. П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. М.: Изд. АН СССР, 1957, с. 219
16. Голубкова М. Г. Природа естественной радиоактивности некоторых типов почв Украины. Автореферат канд. дисс. Киев, 1966
17. Гродзинский Д. М. Естественная радиоактивность растений и почв Киев, 1965
18. Дричко В. Ф. Поведение в природной среде тяжелых естественных радионуклидов. Итоги науки и техники. Радиационная биология, том 4, М.: 1983, с. 66—98.
19. Давтян Г. С., Ананян В. Л. Исследования радиоактивности почв Армянской ССР (1958—1960). Ереван: Изд. АН АрмССР, 1963, с. 1—61.
20. Морозова Н. Г. Естественная радиоактивность почв Европейской части СССР и опыт составления карт распространения радиоактивных элементов. Автореферат канд. дисс., М., 1967.
21. Перцов Л. А. Природная радиоактивность биосферы. Глава 4. М.: 1964, с. 95—116.