

И. В. МОЛЧАНОВА, Н. В. КУЛИКОВ

О РАСПРЕДЕЛЕНИИ  $Sr^{90}$  И  $Cs^{137}$   
В ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОМ ПОКРОВЕ ТУНДРЫ

(Представлено академиком А. П. Виноградовым 6 VIII 1969)

Накопление радиоизотопов в почвенно-растительном покрове, а также характер их перераспределения в ландшафтах, биогеоценозах и генетических горизонтах почв зависит от комплекса природных условий: климата, типа почв и растительности, увлажненности территории, вектора твердого и жидкого стока и т. д. Такая сложная зависимость выдвигает необходимость всестороннего изучения поведения радионуклидов в ландшафтах и почвах разных почвенно-климатических зон. К настоящему времени более изучены особенности распределения некоторых радиоизотопов в ландшафтах и почвах Центрально-Европейской части СССР ( $^{1-4}$ ). Мало изученными остаются районы Крайнего Севера, в частности зона тундры.

Тундровые ландшафты занимают довольно обширную территорию. Неблагоприятные климатические условия, специфический состав растительного покрова, в котором преобладают медленно нарастающие мхи и лишайники, определяют низкую емкость биологического круговорота и его малую скорость. Все это, по-видимому, должно влиять на характер поведения радиоизотопов, поступающих с глобальными выпадениями. Знание же закономерностей их распределения как в почвенно-растительном покрове, так и в ландшафте в целом необходимо не только для выяснения зон выноса и аккумуляции наиболее опасных радиоизотопов, но и для количественной оценки их миграции по пищевым и биологическим цепям.

Задачей настоящей работы было сравнительное изучение распределения  $Sr^{90}$  и  $Cs^{137}$  в некоторых типах почв и растительном покрове тундры.

Для исследования был выбран участок, охватывающий водораздел (вершина моренной гряды), склон и подножье склона (сфагново-торфяное болото). На каждом из этих элементов рельефа в июле 1966 г. было заложено по три почвенных разреза на расстоянии 2—4 м друг от друга. Почвенный покров исследованного участка на вершине моренной гряды представлен поверхностно-глеевыми, тяжелосуглинистыми почвами. В растительном покрове преобладают мхи, лишайники, багульник, брусника. На склоне развиты торфяно-поверхностно-глеевые, иллювиально-гумусированные, тяжело-суглинистые почвы. В них слой мха (0—2 см) резко сменяется оглеенным горизонтом  $A_1$ . Растительная ассоциация этих почв представлена ерником кустарничково-зеленомошным. Почвы осоково-сфагнового болота у подножья склона под слоем зеленых сфагновых мхов имеют хорошо выраженный оторфованный горизонт, мощностью 15—20 см, резко переходящий в горизонт G. Описанные почвы характеризуются «кислыми» значениями pH солевой вытяжки (3,1—4,5); содержание гумуса в них изменяется от 6% для горизонта  $A_1$  до десятых долей процента в горизонтах  $B_{g1}$  и G. Сумма обменных оснований составляет 10—25 мэкв на 100 г почвы.

В образцах почв, отобранных по генетическим горизонтам до глубин 20—25 см, и в растительном покрове определяли содержание  $Sr^{90}$  и  $Cs^{137}$ .  $Sr^{90}$  определяли радиохимическим методом по дочернему  $Y^{90}$  ( $^5$ ), измерение радиоактивности образцов производили на малофоновой установке типа УМФ-1500. Содержание  $Cs^{137}$  определяли спектрометрически на многоканальном гамма-анализаторе типа АИ-100-1. В качестве детектора использовали кристалл NaJ(Tl) размером 40 × 40 мм.

Полученные величины содержания  $Sr^{90}$  и  $Cs^{137}$  в почвенно-растительном

Таблица 1

Концентрация  $Sr^{90}$  и  $Cs^{137}$  в почвенно-растительном покрове тундры\*

Почва	Горизонт и глубина, см	Стронций-90		Цезий-137	
		пкюри/г	в % от концентрации в растительном покрове	пкюри/г	в % от концентрации в растительном покрове
Поверхностно-глеевая, мерзлотная (вершина моренной гряды)	Растительный покров	26,33 ± 2,28	100	38,18 ± 2,07	100
	A <sub>1</sub> 2—7	2,16 ± 0,34	8,2	2,90 ± 0,63	7,6
	B <sub>gl</sub> 7—12	0,50 ± 0,17	1,9	0,90 ± 0,04	2,4
	12—17	0,38 ± 0,06	1,4	не обн.	
	17—22	0,38 ± 0,06	1,4	» »	
Торфяно-поверхностно-глеевая, иллювиально-гумусприванная, мерзлотная (средняя часть склона)	Растительный покров	15,92 ± 1,76	100	38,70 ± 1,04	100
	A <sub>0</sub> 2—4	5,48 ± 0,63	34,4	3,81 ± 0,78	9,8
	A <sub>1</sub> 4—9	0,12 ± 0,01	0,7	0,62 ± 0,03	1,6
	9—14	0,05 ± 0,01	0,3	не обн.	
	B <sub>gl</sub> 14—99	0,06 ± 0,02	0,4	» »	
	19—24	0,03 ± 0,01	0,2	» »	
Сфагново-торфяно-болотная (подножье склона)	Растительный покров	27,00 ± 6,82	100	40,68 ± 2,53	100
	T <sub>1</sub> 2—7	41,54 ± 16,82	153,8	17,40 ± 0,96	42,8
	T 7—12	20,45 ± 11,31	75,7	4,40 ± 0,52	11,0
	12—17	5,34 ± 2,23	19,8	не обн.	
	G 17—22	0,52 ± 0,24	2,1	» »	

\* В растительный покров включен также 0—2-см слой мхов и находящаяся в этом слое корневая система высших растений.

покрове приведены в табл. 1. Эти данные показывают, что концентрация радионуклидов в растительном покрове и почвах элювиальных и аккумулятивных участков ландшафта практически одинакова. Однако характер распределения стронция и цезия в почвенно-растительном покрове исследованной территории различен. Так, на вершине моренной гряды и на склоне наиболее высокая концентрация стронция и цезия обнаруживается в растениях. В нижележащих слоях подстилки и почвы концентрация радионуклидов составляет единицы и десятые доли процентов от концентрации их в растительности. На сфагново-торфяно-болотном участке, расположенном у подножья склона, не наблюдается преимущественного накопления  $Sr^{90}$  в растительном покрове. Между старыми оторфованными слоями мха и приростом текущего года он распределяется более или менее равномерно, тогда как цезий концентрируется в нарастающей части мха.

В табл. 2 приведено содержание  $Sr^{90}$  и  $Cs^{137}$  в почвенно-растительном покрове тундры в пересчете на единицу площади. Сравнение данных табл. 1 и 2 показывает, что несмотря на большие различия в объемном весе растительности и генетических горизонтов почв, характер распределения радионуклидов сохраняется независимо от способа выражения результатов. Основная часть  $Sr^{90}$  и  $Cs^{137}$  на всех участках удерживается в растительном покрове и верхних слоях почвы. Однако  $Sr^{90}$  обладает большей миграционной способностью как в ландшафте в целом, так и в профилях различных типов почв. На это указывают различные значения отношения  $Sr^{90}/Cs^{137}$  в элювиальных и аккумулятивных участках ландшафта (табл. 2). Так, если на вершине моренной гряды это отношение во всем изученном слое составляет 0,9, то в средней части склона оно равно 0,3. Последнее свидетельствует о более интенсивном выносе стронция из элювиальных и трансэлювиальных участков. Этот вывод хорошо подтверждается относительным обогащением радиоактивным стронцием сфагново-торфяно-болотного участка, расположенного у подножья склона. Отношение  $Sr^{90}/Cs^{137}$  достигает здесь 2,2. Интересно отметить, что относительное обогащение стронцием торфяного горизонта увеличивается с глубиной. Так, отношение стронция

Распределение  $Sr^{90}$  и  $Cs^{137}$  в почвенно-растительном покрове тундры на единицу площади

Почва	Горизонт и глубина, см	Стронций-90		Цезий-137		$Sr^{90}/Cs^{137}$
		нкюри на 1 м <sup>2</sup> слоя	в % от общего содержания в почвенно-растительном покрове	нкюри на 1 м <sup>2</sup> слоя	в % от общего содержания в почвенно-растительном покрове	
Поверхностно-глеевая, мерзлотная (вершина моренной гряды)	Растительный покров	33,9	32,9	56,7	48,6	0,6
	A <sub>1</sub> 2-7	30,8	29,9	30,0	25,8	1,0
	B <sub>gl</sub> 7-12	11,4	13,7	29,9	25,6	0,5
	12-17	12,3	12,0	не обн.		
	17-22	11,8	11,5	» »		
	Всего	102,9		116,6		0,9
Торфяно-поверхностно-глеевая, илювиально-гумусированная, мерзлотная (средняя часть склона)	Растительный покров	27,7	67,4	85,4	69,1	0,3
	A <sub>0</sub> 2-9	4,7	11,0	11,7	9,4	0,4
	A <sub>1</sub> 4-9	2,6	6,1	26,5	21,5	0,1
	9-14	3,8	8,9	не обн.		
	B <sub>gl</sub> 14-19	1,8	4,2	» »		
	19-24	1,0	2,4			
	Всего	42,6		123,6		0,3
Сфагново-торфяно-болотная, мерзлотная (подножье склона)	Растительный покров	21,9	12,0	34,8	42,0	0,6
	T <sub>1</sub> 2-7	58,9	32,5	37,6	45,4	1,6
	T 7-12	56,2	31,0	10,4	12,6	5,4
	12-17	28,1	15,5	не обн.		
	G 17-22	16,3	9,0	» »		
	Всего	181,4		82,8		2,2

к цезию в приросте сфагнового мха текущего года составляет 0,6, в оторфованном слое на глубине 2-7 см 1,6, а в слое 7-12 см 5,4. Подобный характер распределения радионуклидов в толще торфяного горизонта объясняется, по-видимому, тем, что наиболее интенсивный вынос стронция относительно цезия происходит в начальный период после радиоактивных выпадений. В последующем, по мере включения  $Sr^{90}$  в биологические звенья и, возможно, более прочного закрепления его в почве процессы смещения миграции стронция относительно цезия замедляются. Таким образом, изучение распределения  $Sr^{90}$  и  $Cs^{137}$  в почвенно-растительном покрове трех сопряженных участков тундрового ландшафта показало, что эти радионуклиды в наибольшей степени концентрируются растениями, причем  $Sr^{90}$  характеризуется большей миграционной способностью, что приводит к обогащению им почв аккумулятивных участков.

Авторы выражают сердечную признательность С. Х. Фахрутдиновой и В. Н. Алексахенко за оказанную помощь в работе.

Институт экологии растений и животных  
Уральского филиала Академии наук СССР  
Свердловск

Поступило  
3 VII 1969

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> В. И. Баранов, Ф. И. Павлоцкая, Э. Б. Тюрюканова, В. И. Проблемы геохимии, «Наука», 1965. <sup>2</sup> Л. И. Гедесонов, С. П. Рослянов, Почвоведение, № 7 (1968). <sup>3</sup> Э. Б. Тюрюканова, Ф. И. Павлоцкая и др., Почвоведение, № 8 (1964). <sup>4</sup> Э. Б. Тюрюканова, Ф. И. Павлоцкая, В. И. Баранов, В. И. Радиоактивность почв и методы ее изучения, «Наука», 1966. <sup>5</sup> Ф. И. Павлоцкая, Г. А. Федосеев и др., Радиохимические методы определения стронция-90 в природных объектах, 1962.