

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПОСТУПЛЕНИЕ $^{90}\text{Sr}$ И $^{137}\text{Cs}$ В РАСТЕНИЯ ИЗ ПОЧВ В ЗОНЕ ПО «МАЯК»

Н. Н. Казачёнок, И. Я. Попова, В. А. Костюченко,  
Г.В. Полянчикова

*Уральский научно-практический центр радиационной медицины  
ФМБА России, Челябинск, Россия, kazachenok@urcrtm.ru*

Для исследования распределения  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в верхнем слое почвы в 2008-2010 гг. отбирали пробы в ареалах населенных пунктов, расположенных по всем направлениям от ПО «Маяк» на расстоянии не более 35 км. Удельную активность  $^{90}\text{Sr}$  в пробах определяли радиохимическим методом с выделением дочернего  $^{90}\text{Y}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  определяли сурьмянойодидным методом.

В 38 точках, расположенных в природных экосистемах (лес, луг) в ареалах 29 населенных пунктов определяли удельную активность  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в подстилке и слоях почвы 0-10 см и 10-20 см. Отношение активности  $^{137}\text{Cs}$  в подстилке к активности в слое почвы 0-10 см составило в среднем  $0,5 \pm 0,1$ ,  $^{90}\text{Sr}$  –  $1,5 \pm 0,2$ . Отношение активности  $^{137}\text{Cs}$  в слое почвы 0-10 см к активности в слое 10-20 см зависело от типа экосистемы. В лесных экосистемах среднее значение этого отношения –  $20,4 \pm 4,4$ , в луговых –  $2,9 \pm 1,6$ . Для  $^{90}\text{Sr}$  различия несущественны: в лесу –  $3,4 \pm 0,9$ , на лугу –  $2,8 \pm 1,5$ .

На оси ВУРС в 20 км, 30 км и 55 км от промплощадки и к югу от ПО «Маяк» в 7 и 10 км от промплощадки распределение  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  по профилю почвы исследовали более детально. Наибольшая удельная активность как  $^{90}\text{Sr}$ , так и  $^{137}\text{Cs}$  отмечена в нижней части лесной подстилки, а также в слое почвы 0-5 см. В подстилке и гумусовом горизонте серой лесной почвы содержалось 83-97%  $^{90}\text{Sr}$  и 72-92%  $^{137}\text{Cs}$ , дерново-подзолистой – 96%  $^{90}\text{Sr}$  и 59%  $^{137}\text{Cs}$ . В элювиальном горизонте активность этих радионуклидов быстро снижалась, в иллювиальном – незначительно повышалась. Небольшое количество  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  (не более 10 Бк  $\text{кг}^{-1}$ ) встречалось вплоть до

глубины 175 см. По нашему мнению, в настоящее время для оценки плотности загрязнения  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  ареалов населённых пунктов в окрестностях ПО «Маяк» достаточно исследовать почву до глубины 20 см.

Оценку способности  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  переходить в доступную для растений катионную форму исследовали на образцах почв, отобранных из гумусового горизонта. (Таблицы 1, 2). Экстракцию из предварительно высушенной почвы проводили последовательно дистиллированной  $\text{H}_2\text{O}$ , 1 н  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ , 1 н  $\text{HCl}$ . Серую лесную отбирали также в герметичные пакеты и исследовали в нативном состоянии. В остатке почвы определяли долю прочно фиксированных радионуклидов.

**Таблица 1 – Содержание в почве  $^{90}\text{Sr}$ , способного переходить в катионную форму, %**

Почва	Слой (см)	Экстрагент			Твердый остаток
		$\text{H}_2\text{O}$	$\text{CH}_3\text{COONH}_4$	$\text{HCl}$	
Чернозем (воздушно-сухая)	0-5	10,7±3,7	69,6±11,6	8,4±6,0	11,3±9,5
	5-10	7,6±2,5	69,7±8,7	16,2±2,3	6,5±6,2
Серая лесная (воздушно-сухая)	0-5	5,0±1,2	64,3±1,6	23,6±0,8	7,1±2,0
	5-10	1,7±0,4	65,0±7,5	26,5±8,6	6,8±1,6
Серая лесная (нативная)	0-5	3,4±0,3	67,2±2,4	21,8±2,1	7,6±0,07
	5-10	3,9±0,5	63,6±4,2	25,6±3,2	6,9±0,6
Дерново-подзолистая (воздушно-сухая)	0-5	2,9±0,4	77,2±2,4	14,2±1,2	5,7±0,8
	5-10	2,2±0,4	85,3±2,7	8,9±2,5	3,6±0,2

**Таблица 2 – Содержание в почве  $^{137}\text{Cs}$ , способного переходить в катионную форму, %**

Почва	Слой (см)	Экстрагент			Твердый остаток
		$\text{H}_2\text{O}$	$\text{CH}_3\text{COONH}_4$	$\text{HCl}$	
1	2	3	4	5	6
Чернозем (воздушно-сухая)	0-5	8,9±3,6	9,8±2,3	11,3±1,0	70,0±3,8
	5-10	14,0±0,9	17,7±2,1	20,4±7,8	48,1±5,3
Серая лесная (воздушно-сухая)	0-5	2,8±0,5	10,8±1,4	4,3±2,0	82,1±2,6
	5-10	16,5±1,4	17,9±5,3	16,2±5,8	49,4±4,2

1	2	3	4	5	6
Серая лесная (нативная)	0-5	5,0±0,7	2,7±0,5	2,8±1,4	89,4±2,4
	5-10	13,7±6,4	16,5±5,4	36,6±14,4	33,1±7,5
Дерново-под- золистая (воздушно-су- хая)	0-5	9,8±1,7	16,1±8,1	17,4±7,3	56,7±16,6
	5-10	13,8±2,9	22,6±5,1	36,0±6,6	27,5±7,9

Из всех типов почв 64-85%  $^{90}\text{Sr}$  было экстрагировано ацетатом аммония, то есть, находилось в обменной форме. Доля водорастворимого  $^{90}\text{Sr}$  в слое 0-5 см во всех почвах была больше, чем в слое 5-10 см. В дерново-подзолистой почве с глубиной увеличилась доля обменного  $^{90}\text{Sr}$ , а в черноземе и серой лесной почве – доля кислоторастворимого. В слое 0-5 см большая часть  $^{137}\text{Cs}$  (57-89%) прочно связана и остается в твердом остатке. В слое 5-10 см количество  $^{137}\text{Cs}$ , способного переходить в катионную форму, значительно выше.

Определяли отношение удельной активности радионуклида в товарной части овощей к его удельной активности в слое почвы 0-20 см (коэффициент накопления –  $K_n$ ). Статистическое распределение коэффициентов накопления  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в клубнях картофеля было близко к логнормальному, мода  $K_n$   $^{90}\text{Sr}$  составила 0,007,  $^{137}\text{Cs}$  – 0,008. Учитывая соотношение массы почвы, и средней урожайности картофеля, можно предполагать, что в настоящее время из этого слоя почвы в клубни ежегодно переходит приблизительно  $1 \times 10^{-5}$  от содержащихся в ней радионуклидов и не более  $5 \times 10^{-3}$  от количества водорастворимых форм. Для дикорастущей травы мода  $K_n$   $^{90}\text{Sr}$  составила 0,7-1,6,  $^{137}\text{Cs}$  – 0,07-0,15. То есть в зеленую массу травы переходит около  $1 \times 10^{-3}$   $^{90}\text{Sr}$  и  $1 \times 10^{-4}$   $^{137}\text{Cs}$ , содержащихся в гумусовом горизонте. Предполагается, что содержание водорастворимых и обменных форм  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  незначительно влияет на накопление этих радионуклидов в урожае.