

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПОСТУПЛЕНИЕ ^{90}Sr И ^{137}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}Cs и ^{90}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}Sr в пробах определяли радиохимическим методом с выделением дочернего ^{90}Y , ^{137}Cs определяли сурьмянойодидным методом.

В 38 точках, расположенных в природных экосистемах (лес, луг) в ареалах 29 населенных пунктов определяли удельную активность ^{90}Sr и ^{137}Cs в подстилке и слоях почвы 0-10 см и 10-20 см. Отношение активности ^{137}Cs в подстилке к активности в слое почвы 0-10 см составило в среднем $0,5 \pm 0,1$, ^{90}Sr – $1,5 \pm 0,2$. Отношение активности ^{137}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}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}Cs и ^{90}Sr по профилю почвы исследовали более детально. Наибольшая удельная активность как ^{90}Sr , так и ^{137}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}Sr и 72-92% ^{137}Cs , дерново-подзолистой – 96% ^{90}Sr и 59% ^{137}Cs . В элювиальном горизонте активность этих радионуклидов быстро снижалась, в иллювиальном – незначительно повышалась. Небольшое количество ^{90}Sr и ^{137}Cs (не более 10 Бк кг^{-1}) встречалось вплоть до

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

Оценку способности ^{90}Sr и ^{137}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 H_2O , 1 н $\text{CH}_3\text{COONH}_4$, 1 н 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}Sr , способного переходить в катионную форму, %

Почва	Слой (см)	Экстрагент			Твердый остаток
		H_2O	$\text{CH}_3\text{COONH}_4$	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}Cs , способного переходить в катионную форму, %

Почва	Слой (см)	Экстрагент			Твердый остаток
		H_2O	$\text{CH}_3\text{COONH}_4$	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}Sr было экстрагировано ацетатом аммония, то есть, находилось в обменной форме. Доля водорастворимого ^{90}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}Sr , а в черноземе и серой лесной почве – доля кислоторастворимого. В слое 0-5 см большая часть ^{137}Cs (57-89%) прочно связана и остается в твердом остатке. В слое 5-10 см количество ^{137}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}Sr и ^{137}Cs в клубнях картофеля было близко к логнормальному, мода K_n ^{90}Sr составила 0,007, ^{137}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 1×10^{-5} от содержащихся в ней радионуклидов и не более 5×10^{-3} от количества водорастворимых форм. Для дикорастущей травы мода K_n ^{90}Sr составила 0,7-1,6, ^{137}Cs – 0,07-0,15. То есть в зеленую массу травы переходит около 1×10^{-3} ^{90}Sr и 1×10^{-4} ^{137}Cs , содержащихся в гумусовом горизонте. Предполагается, что содержание водорастворимых и обменных форм ^{90}Sr и ^{137}Cs незначительно влияет на накопление этих радионуклидов в урожае.