

## Особенности накопления некоторых техногенных радионуклидов в кормовых культурах на типовых почвах юга Тюменской области

*А.М. Окунев, к.в.н., Л.И. Мерзляков, д.с.-х.н., профессор, ФГБОУ ВПО ГАУ Северного Зауралья*

Плотность загрязнения сельскохозяйственных угодий в конце прошлого века в Северном Зауралье,

по разным данным, колебалась от 0,023 до 0,061 Ки/км<sup>2</sup> по <sup>90</sup>Sr и от 0,042 до 0,110 Ки/км<sup>2</sup> по <sup>137</sup>Cs. В почвах юга Тюменской области, где аккумуляровались радионуклиды глобальных выпадений и наложений радиоактивного следа Кыштымской

аварии, содержание радиоактивных веществ находилось примерно в этих же пределах [1, 2].

Внутреннее облучение сельскохозяйственных животных, а также загрязнение продукции животноводства техногенными радионуклидами связаны с их переходом в организм из рационов, которые составлены в Тюменской области в основном из местных кормов.

В свою очередь, поступление радионуклидов в кормовые культуры зависит от их концентрации в почве, биологической доступности и миграционной способности в первом звене трофической цепи «почва – растение». На подвижность  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в этом звене и их доступность растениям влияют такие показатели, как влажность почвы, её гранулометрический и минералогический состав, содержание органического вещества и обменных  $\text{K}$ ,  $\text{Ca}$ ,  $\text{P}$ ,  $\text{Mg}$ , концентрация стабильных  $^{87}\text{Sr}$  и  $^{133}\text{Cs}$ , ёмкость катионного обмена и  $\text{pH}$ , а также формы нахождения в ней радионуклидов.

Перераспределение радионуклидов в первичном звене трофической цепи в условиях сельскохозяйственного производства более сложное, чем на естественных угодьях, и является результатом биологических процессов, пока недостаточно изученных. Например, известно, что даже на типовых почвах содержание радионуклидов в растениях одного вида может отличаться в несколько раз в зависимости от характера и длительности использования угодий в агроэкосистемах [3]. Так, величина перехода радионуклидов в травостои низинных лугов на торфяно-болотных почвах зависит от содержания в них подвижного  $\text{K}_2\text{O}$  и органического вещества, а также степени их окультуренности [4]. Перезалужение таких лугов с использованием только обработки почвы и посева культурных трав снижает содержание в них радионуклидов в среднем в 1,4–3,7 раза. Естественно, что на разных типах почв, с различными физико-химическими свойствами, накопление радиоактивных веществ в кормовых культурах будет проходить неодинаково.

Территория юга Тюменской области включает несколько почвенно-климатических зон, которые характеризуются большим разнообразием типов почв и их агрохимическими свойствами. Такие природные условия, даже при однотипной агротехнике возделывания кормовых культур в различных хозяйствах, несомненно, должны влиять на поведение глобальных радионуклидов в почве и их поступление в растения [3].

**Материалы и методы исследований.** Целью настоящей работы явилось сравнение радиоактивного загрязнения кормовых культур стронцием и цезием на двух разных типах почв, отражающих местные условия.

Исследования были проведены в 2000–2002 гг. в Заводоуковском (агрофирма «Бикор-Агро») и Нижнетавдинском (ООО «Прогресс») районах лесостепной зоны Тюменской области. Кормовые

угодья первого хозяйства были расположены (При-тобольные надпойменные террасы) на чернозёме выщелоченном среднесуглинистом со следующей характеристикой (слой 0–20 см): количество физической глины – 30,8%, содержание гумуса – 6,9%, валовое содержание кальция – 1,3, фосфора – 0,16, калия – 1,72, магния – 0,68, стабильного стронция – 0,039 и цезия – 0,00046%, ёмкость поглощения почвы – 21,1 мг·экв/100 г, кислотность – 6,2.

Второе предприятие вело производство кормов на окультуренных средних торфяниках (Тарманский болотный массив) с соответствующими физико-химическими показателями: количество физической глины в минеральном остатке торфа – 7,8%, содержание органического вещества – 26,3%, валовое содержание кальция – 0,92, фосфора – 0,46, калия – 0,23, магния – 0,106, стабильного стронция – 0,048 и цезия – 0,00059%, ёмкость поглощения почвы – 136 мг·экв/100 г, кислотность – 5,7. Со времени осушения болот и включения этих почв в сельскохозяйственное производство прошло более 30 лет.

Агротехника возделывания кормовых культур в опытных хозяйствах была примерно одинаковой при четырёхпольном зернопропашном севообороте, а урожайность растений на разных почвах не имела достоверных различий (при  $P = 0,95$ ) в эти годы.

Пробы почвы и растений для исследований на активность брали непосредственно на полях, при уборке кормов. Удельную активность ( $\text{Am}$ ,  $\text{Bк/кг}$ ) цезия-137 в сырых пробах измеряли в геометрии Маринелли, сосуд – 1 л, на приборном комплексе УСК «Гамма-плюс» ( $y = \pm 30\%$ ). Активность стронция-90 определяли после озоления проб. В ходе каждого исследования кормов и почвы проводили пять измерений с расчётом средней величины активности. Коэффициенты накопления ( $\text{Kn}$ ) рассчитывали, исходя из отношения активности  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в единице растительной массы ( $\text{Bк/кг}$ ) к их активности в почве.

**Результаты исследований.** Определение активности  $^{90}\text{Sr}$  в пробах почвы чернозёма показало, что среднее содержание этого нуклида в ней составляло 2,76 (2,25–3,87), а в торфянике – 2,41 (1,68–3,44)  $\text{Bк/кг}$ . Показатели активности  $^{137}\text{Cs}$  в чернозёме были 7,63 (5,53–11,36), в торфе – 5,69 (4,92–9,57)  $\text{Bк/кг}$ . Отношение  $\text{Sr/Cs}$  в поверхностном профиле чернозёмной почвы было равно 0,36, а в торфяной – 0,42, что согласуется с данными (0,7–0,3) других исследователей активности этих радионуклидов в почвах Тюменской области [1]. При данном уровне содержания радионуклидов в почвах плотность загрязнения кормовых угодий не превышает установленных критериев (по  $^{90}\text{Sr}$  – до 0,3  $\text{Ки/км}^2$ , по  $^{137}\text{Cs}$  – до 1  $\text{Ки/км}^2$ ) и соответствует удовлетворительной экологической ситуации.

В таблице отражены показатели активности и коэффициенты накопления  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в растительных культурах, произведённых на разных типах почв

Активность глобальных радионуклидов в кормовых культурах, выращенных на разных типах почв и коэффициенты накопления

Культура	Тип почв							
	чернозём выщелоченный				средний торфяник			
	<sup>90</sup> Sr		<sup>137</sup> Cs		<sup>90</sup> Sr		<sup>137</sup> Cs	
	Am	Кн	Am	Кн	Am	Кн	Am	Кн
Трава злаково-разнотравная	2,85	1,03	4,21	0,55	3,36	1,39	5,29	0,93
Овёс-горох (зелёная масса)	1,72	0,62	3,81	0,50	3,28	1,36	5,11	0,89
Овёс (зерно)	3,22	1,17	3,73	0,49	4,05	1,68	3,85	0,67
Кукуруза (зелёная масса)	1,61	0,58	2,93	0,38	2,15	0,89	3,08	0,54
Свёкла кормовая	0,93	0,34	1,98	0,26	1,62	0,67	2,34	0,41

при одинаковой агротехнике их возделывания. Из этих данных видно, что удельная активность <sup>90</sup>Sr в кормовых растениях на торфяной почве была в 1,2–1,9 раза выше, чем на чернозёме, в зависимости от культуры. Разница в содержании <sup>137</sup>Cs в этих кормах была несколько меньше – в 1,1–1,4 раза. Так, в зелёном разнотравье концентрация радионуклидов была выше на торфяных почвах в 1,3 раза, в овсяно-бобовой смеси – в 1,4, в зерне овса и в кукурузе – в 1,1 и в свёкле – в 1,2 раза. При этом перенос радиоактивного стронция в кормовые растения на чернозёме был выше в 1,2–2,4 раза, чем цезия, а на торфе – в 1,5–2,6 раза, что говорит о более высокой подвижности <sup>90</sup>Sr в данных почвах.

Анализ показателей коэффициентов накопления стронция и цезия в кормовых культурах на разных типах почв выявил, безусловно, повышенное поступление этих радионуклидов в растения на торфяной почве (0,67–1,68 для <sup>90</sup>Sr и 0,41–0,93 для <sup>137</sup>Cs), по сравнению с культурами на чернозёме (0,34–1,17 и 0,26–0,55 для данных нуклидов соответственно). Соотношение <sup>137</sup>Cs/<sup>90</sup>Sr (по удельной активности, Бк/кг) в кормах, полученных на чернозёме, составляло 1,2–2,2, а на торфянике – 0,95–1,6, в зависимости от вида культуры.

Более высокие показатели накопления радионуклидов в кормовых культурах на торфяниках можно объяснить некоторыми особенностями физико-химического состава этих почв [5]. В частности, торфяные почвы имеют невысокую плотность и малое содержание глины, что снижает адсорбцию элементов; высокую влагоёмкость, способствующую переходу радионуклидов в почвенный раствор; повышенную кислотность, увеличивающую растворимость их соединений; низкое содержание кальция и калия, что уменьшает дискриминацию радионуклидов, и другие факторы.

Таким образом, сравнительный анализ активностей глобальных радионуклидов в кормовых культурах одного вида, выращенных на почвах разных типов, подтверждает зависимость накопления радиоактивных веществ от физико-химических свойств почвы [1, 3] и показывает некоторые особенности переноса стронция и цезия в растения на юге нашей области.

**Выводы.** 1. Содержание радиоактивного стронция в кормовых культурах, полученных на средней торфяной почве, было в 1,2–1,9, а цезия – в 1,1–1,4 раза выше, чем в растительных культурах, выращенных на чернозёме выщелоченном среднесуглинстом. При этом перенос радиоактивного стронция в кормовые растения на чернозёме был больше в 1,2–2,4 раза, чем цезия, а на торфе – в 1,5–2,6 раза, что говорит о более высокой подвижности <sup>90</sup>Sr в данных почвах на юге Тюменской области.

2. Коэффициенты накопления (Кн) радиоактивного стронция в кормовых культурах на торфяной почве составили 0,67–1,68 и были выше показателей на чернозёме (0,34–1,17) в 1,3–2,2 раза; Кн цезия на торфе составили 0,41–0,93 и превысили показатели на чернозёме (0,26–0,55) в 1,4–1,8 раза, что свидетельствует о повышенном переходе данных нуклидов в растения на торфяной почве.

**Литература**

1. Молчанова И.В., Караваева Е.Н. Эколого-геохимические аспекты миграции радионуклидов в почвенно-растительном покрове. Екатеринбург, 2001. 160 с.
2. Сычев В.Г., Пякошиков В.Г., Кузнецов А.В. и др. Агрэкологическая характеристика пахотных почв РФ по данным локального мониторинга // Сб. докладов Всероссийской науч.- практич. конф. Казань: Изд-во КГТУ, 2001. С. 14–34.
3. Лысенко Н.П., Пастернак А.Д., Рогожина Л.В. и др. Ведение животноводства в условиях радиоактивного загрязнения среды. СПб.: Изд-во «Лань», 2005. 240 с.
4. Подоляк А.Г., Тимофеев С.Ф., Персикова Т.Ф. Переход цезия-137 и стронция-90 в травостой низинных лугов на торфяно-болотных почвах // Агрохимия. 2004. № 11. С. 63–70.
5. Моторин А.С. Плодородие торфяных почв Западной Сибири. Новосибирск, 1999. 284 с.