



УДК 631.45

Т.И. Кобякова, Л.В. Уфимцева

ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-РАДИАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ
СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

T.I. Kobyakova, L.V. Ufimtseva

ESTIMATION OF ECOLOGICAL AND RADIATION STATE OF NORTHERN FOREST-STEPPE
SOILS OF KURGAN REGION

Кобякова Т.И. – канд. биол. наук, директор ФГБУ Станция агрохимической службы «Шадринская», Курганская обл., г. Шадринск. E-mail: agrohim_45_2@mail.ru

Уфимцева Л.В. – канд. биол. наук, доц., зав. лаб. отдела плодородия почв и применения средств химизации ФГБУ Станция агрохимической службы «Шадринская», Курганская обл., г. Шадринск. E-mail: lora708@yandex.ru

Kobyakova T.I. – Cand. Biol. Sci., Director, FSBI 'Station of Agrochemical Service 'Shadrinskaya', Kurgan Region, Shadrinsk. E-mail: agrohim_45_2@ufimtseva

Ufimtseva L.V. – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Head, Lab. of Department of Soils Fertility and Application of Means of Chemicalization, FSBI 'Station of Agrochemical Service "Shadrinskaya"', Kurgan Region, Shadrinsk. E-mail: lora708@yandex.ru

Мониторинг эколого-радиационного состояния почв северной лесостепи Курганской области проводился специалистами ФГБУ САС «Шадринская» в период с 1993 по 2016 год в семи административных районах, в том числе на территориях, попавших в зону радиоактивного загрязнения при аварии на производственном объединении «Маяк». В период с 1993 по 2016 год наблюдается существенное снижение интенсивности радиационного фона с 13 до 8 мкР/ч. В 1993–1995 гг. средний уровень радиационного загрязнения почв по стронцию-90 был оценен нами как средний, по цезию-137 – как минимальный. В 2016 году средний уровень радиационного загрязнения был оценен нами как минимальный. При этом активность долгоживущих изотопов стронция-90 и цезия-137 в зерне, соломе и травах, отобранных в реперных точках на территории Каргапольского, Мишкинского, Шадринского, Шатровского, Шумихинского районов, не превышала допустимые уровни. В Далматов-

ском и Катайском районах выявлено превышение допустимых пределов по содержанию стронция-90 в травах, выращенных в пойме реки Теча, с водами которой после аварии осуществлялся сброс радиоактивных веществ. Содержание стронция-90 составило 7,6–17,1 ПДК. В почвах соотношение Sr/Cs составило 0,4–2,5 единиц, тогда как при переходе в травы это соотношение увеличилось до 118,6–309,1. Высокое сродство стронция-90 к биогенному элементу кальцию приводит к его существенному поглощению растениями. Так, коэффициент накопления цезия-137 не превышал 0,075, тогда как для стронция-90 данный показатель варьировал в диапазоне от 5,893 до 9,958.

Ключевые слова: эколого-радиационное состояние почв, цезий-137, стронций-90, коэффициент накопления, гамма-фон.

Monitoring of ecological and radiation state of soils of the northern forest-steppe of the Kurgan

Region was carried out by specialists of FSFEI SAS "Shadrinskaya" in the period from 1993 to 2016 in seven administrative regions with the territories included to the zone of radioactive pollution after the accident at "Mayak" production association. During the period from 1993 to 2016 essential decrease in the intensity of radiation background from 13 to 8 $\mu\text{R/h}$ was observed. In 1993–1995 the average level of radiation pollution of soils with strontium-90 was estimated as average, on caesium-137 as minimum. In 2016 average level of radiation pollution was estimated as minimum. Thus the activity of long-living isotopes of strontium-90 and caesium-137 in grain, straw and grasses selected in reference points on the territory of Kargapolsky, Mishkinsky, Shadrinsky, Shatrovsky, Shumikhinsky areas did not exceed admissible levels. In Dalmatovsky and Kataysky areas it the excess of admissible limits according to the content of strontium-90 in the grasses growing in the floodplain of the Tеча River in which waters after the accident the dumping of radioactive materials took place was revealed. The content of strontium-90 made 7.6–17.1 maximum concentration limits. In soils the ratio of Sr/Cs made 0.4–2.5 units whereas upon transition to grasses this ratio increased to 118.6–309.1. High affinity of strontium-90 to biogenous element to calcium leads to its essential absorption by plants. So, the coefficient of accumulation of caesium-137 did not exceed 0.075 whereas for strontium-90 this indicator varied in the range from 5.893 to 9.958.

Keywords: ecological and radiation state of soils, cesium-137, strontium-90, accumulation coefficient, gamma background.

Введение. Авария на производственном объединении «Маяк» в Челябинской области является одной из крупнейших техногенных аварий, связанных с поступлением радиоактивных веществ в окружающую среду. В зону загрязнения, Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС), попали целые районы Челябинской, Курганской и Свердловской областей.

В воду реки Теча в общем было сброшено 76 млн кубометров высокоактивных отходов ядерного производственного объединения «Маяк» с общей активностью 2,76 млн Ки. Донные отложения и пойма реки в верховьях сорби-

вали радиоактивные изотопы и стали мощными источниками вторичного загрязнения [1].

Несмотря на то что со времени аварии прошло уже более пятидесяти лет, в ряде районов сохраняется повышенное содержание долгоживущих радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в почвах и растительной продукции. Мониторинг эколого-радиационного состояния почвенного покрова и сельскохозяйственной продукции в зоне ВУРС ведется в целях обеспечения комплексной объективной информации о радиационном состоянии агроэкосистем учеными всего Уральского региона, а также Сибири [1–5].

Цель исследований. Оценка динамики содержания долгоживущих изотопов стронция-90 и цезия-137 и общего радиационного фона почв и сельскохозяйственной продукции в зоне северной лесостепи Курганской области.

Объекты и методы исследований. Реперные точки закреплены специалистами ФГБУ САС «Шадринская» в Далматовском районе (СПК «Крутихинский», СПК «Заречный-2», агрокомбинат «Заря», ЗАО им. Калинина); Каргапольском районе (СПК «Житниковский», ЗАО «Хлебопродукт», ООО «Октябрь»); Катайском районе (СПК «Красногвардейское», СПК «Верхнетеченское», ЗАО агрофирма «Шутихинская», ОАО «Родина»); Мишкинском районе (ЗАО «Такташинский», ОАО «Севастьяновский»); Шадринском районе (ООО «Мыльниковское», СХПК «Речной», ОАО «Красная звезда»); Шатровском районе (СХПК колхоз «Россия», ООО «Победа»); Шумихинском районе (СПК «Зайково», СПК «Каясановский»). Мониторинг эколого-радиационного состояния почвенного покрова и сельскохозяйственной продукции проводился в период с 1993 по 2016 г.

Оценку активности радионуклидов проводили с применением гамма-спектрометра с программным комплексом «Прогресс». Уровень содержания радионуклидов в сельскохозяйственной продукции оценивали на основе ветеринарно-санитарных требований к радиационной безопасности кормов, кормовых добавок, кормового сырья [6].

Результаты исследований. При оценке эколого-радиационного состояния экосистем важнейшими показателями являются общий гамма-фон, характеризующий суммарное содержание радионуклидов природного и техно-

генного происхождения, а также активность долгоживущих изотопов стронция-90 и цезия-137 и коэффициенты их накопления в растениях.

Цезий-137, долгоживущий изотоп с периодом полураспада 30 лет, является источником бета- и гамма-излучения. Изотопы цезия-137 при поступлении в организм хорошо всасываются, преимущественно локализуются в мышечной ткани и, накапливаясь до определенных пределов, вызывают лучевую болезнь. Стронций-90, долгоживущий изотоп с периодом полураспада 29 лет, является источником бета-частиц.

Стронций-90, как аналог кальция, участвует в обменных процессах растений и животных. В больших количествах в организме человека вызывает лучевую болезнь. В почвах цезий-137 необменно фиксируется внутри кристаллической решетки глинистых минералов и менее доступен для растений по сравнению со стронцием-90, находящимся в почвах в основном в обменном состоянии [2].

За период исследований в целом гамма-фон в зоне исследований находился в пределах нормы и не превышал 13 мкР/ч (табл. 1).

Таблица 1

Среднее значение показателей радиационного состояния почв реперных участков по зоне деятельности ФГБУ САС «Шадринская», 1993–2016 гг.

Радиологический показатель	Единицы измерения	1993–1995	1996–2000	2001–2002	2003–2005	2006–2010	2011–2016
		Мощность экспозиционной дозы					
Гамма-фон	мкР/ч	13	11	9	8	7	8
Активность стронция-90	Бк/кг	79	38,5	22,94	17,5	9,2	7,54
	Ки/км ²	0,51	0,25	0,15	0,11	0,06	0,05
Активность цезия-137	Бк/кг	45	9,0	6,43	9,83	9,1	7,12
	Ки/км ²	0,29	0,06	0,04	0,06	0,06	0,05

В период с 1993 по 2016 год наблюдается существенное снижение интенсивности радиационного фона с 13 до 8 мкР/ч. В 1993–1995 гг. средний уровень радиационного загрязнения почв по стронцию-90 был оценен нами как средний, по цезию-137 – как минимальный. К 2016 году на фоне процессов самоочищения экосистем и мероприятий по снижению уровня загрязнения долгоживущими изотопами средний уровень радиационного загрязнения был оценен нами как минимальный. При этом активность долгоживущих изотопов стронция-90 и цезия-137 в зерне, соломе и травах, отобранных в реперных точках на территории Каргапольского, Мишкинского, Шадринского, Шатровского, Шумихинского районов, не превышала допустимые уровни.

На территории зоны обслуживания ФГБУ САС «Шадринская» особенное внимание уделяется районам, прилегающим к пойме реки Теча. Сегодня в результате периодических раз-

ливов и наносов ила, содержащего повышенное содержание радионуклидов, возможно вторичное загрязнение этих земельных участков. В 2016 году при проведении оценки радиационного фона реперных участков в Далматовском и Катайском районах Курганской области было выявлено превышение допустимых пределов по содержанию стронция-90 в травах (ПДК составляет 50 Бк/кг), выращенных в пойме реки Теча (табл. 2).

Содержание стронция-90 составило 7,6–17,1 ПДК. Интересно, что в данных реперных точках выявлено существенное преобладание стронция-90 над цезием-137, тогда как исследования специалистов ФГБУ САС «Тюменская» показали преимущественное накопление в почвах Тюменской области цезия-137 [1]. В нашем случае в пойме реки Теча в почвах соотношение Sr/Cs составило 0,4–2,5 единиц, тогда как при переходе в травы это соотношение увеличилось до 118,6–309,1.

Таблица 2

Активность радионуклидов в травах и пойменных почвах реки Теча, 2016 год

Хозяйство	Номер участка	Объект анализа	Активность радионуклидов, Бк/кг сухого вещества		Sr/Cs
			Цезий-137	Стронций-90	
Далматовский район					
СПК «Заречный-2»	502	Разнотравье	2,76	853	309,1
		Почва	36,6	92,8	2,5
ЗАО им. Калинина	510	Разнотравье	4,09	581	142,1
		Почва	215,3	83,5	0,4
Катайский район					
СПК «Верхне-теченское»	514	Разнотравье	3,21	380,7	118,6
		Почва	133	64,6	0,5

Рассчитанные нами коэффициенты накопления долгоживущих изотопов (табл. 3) показали, что высокое сродство стронция-90 к биогенному элементу кальцию приводит к его существенно-

му поглощению растениями. Так, коэффициент накопления цезия-137 не превышал 0,075, тогда как для стронция-90 данный показатель варьировал в диапазоне от 5,893 до 9,958.

Таблица 3

Коэффициенты накопления радионуклидов в травах, 2016 год

Хозяйство	Номер участка	Объект анализа	Коэффициент накопления	
			Цезий-137	Стронций-90
Далматовский район				
СПК «Заречный-2»	502	Разнотравье	0,075	9,192
ЗАО им. Калинина	510	Разнотравье	0,019	9,958
Катайский район				
СПК «Верхнетеченское»	514	Разнотравье	0,024	5,893

Гамма-фон составил 15 мкР/ч в пойменных почвах СПК «Верхнетеченское» и находился на границе допустимого уровня. В СПК «Заречный-2» и ЗАО им. Калинина гамма-фон в среднем не превышал 12 мкР/ч, что соответствует норме.

Заключение. Несмотря на существенное улучшение эколого-радиационной ситуации в зоне обслуживания ФГБУ САС «Шадринская» в период с 1993 по 2016 год остаются локальные участки в пойме реки Теча, где наблюдается повышенная активность долгоживущих изотопов стронция-90 и цезия-137, что приводит к их накоплению в травах. В 2016 году было выявлено три участка в пойме, где содержание стронция-90 составило 7,6–17,1 ПДК. Важно продол-

жать мониторинг эколого-радиационного состояния почвенного покрова и растений, особенно в зоне реки Теча, и своевременно информировать население о недопустимости какого-либо сельскохозяйственного использования этих участков.

Литература

1. Кобякова Т.И. Экологическая оценка поверхностных, подземных вод и снежного покрова Северо-Западной техногенной провинции Курганской области: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 / Урал. гос. с.-х. акад. – Екатеринбург, 2005. – 22 с.

2. Котченко С.Г., Скипин Л.Н., Захарова Е.В. [и др.]. Исследование влияния радиации на состояние почв // Аграр. вестн. Урала. – 2017. – № 4 (158). – С. 37–42.
3. Молчанова И.В. Техногенные радионуклиды в почвах Восточно-Уральского радиоактивного следа и их накопление растениями различных таксономических групп // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2014. – Т. 54. – № 1. – С. 77–84.
4. Тимофеев И.В., Кузьменкова Н.В. Пространственное распределение ^{137}Cs в почвах г. Озерск (Челябинская область) // Вестн. Москов. ун-та. Сер. 5. География. – 2013. – № 6. – С. 23–29.
5. Федотова А.С. Техногенное радиоактивное загрязнение сенокосных биогеоценозов аграрных ландшафтов лесостепной зоны Красноярского края // Вестник КрасГАУ. – 2009. – № 5. – С. 75–81.
6. Ветеринарно-санитарные требования к радиационной безопасности кормов, кормовых добавок, сырья кормового. Допустимые уровни содержания ^{90}Sr и ^{137}Cs . Ветеринарные правила и нормы. ВП 13.5.13/06-01 / утв. Минсельхозом РФ 19.12.2000. – М., 2001.
2. Kotchenko S.G., Skipin L.N., Zaharova E.V. [i dr.]. Issledovanie vlijanija radiacii na sostojanie pochv // Agrar. vestn. Urala. – 2017. – № 4 (158). – S. 37–42.
3. Molchanova I.V. Tehnogennye radionuklidy v pochvah Vostochno-Ural'skogo radioaktivnogo sleda i ih nakoplenie rastenijami razlichnyh taksonomicheskikh grupp // Radiacionnaja biologija. Radiojekologija. – 2014. – T. 54. – № 1. – S. 77–84.
4. Timofeev I.V., Kuz'menkova N.V. Prostranstvennoe raspredelenie ^{137}Cs v pochvah g. Ozersk (Cheljabinskaja oblast') // Vestn. Moskov. un-ta. Ser. 5. Geografija. – 2013. – № 6. – S. 23–29.
5. Fedotova A.S. Tehnogennoe radioaktivnoe zagraznenie senokosnyh biogeocenzov agrarnyh landshaftov lesostepnoj zony Krasnojarskogo kraja // Vestnik KrasGAU. – 2009. – № 5. – S. 75–81.
6. Veterinarno-sanitarnye trebovanija k radiacionnoj bezopasnosti kor-mov, kormovyh do-bavok, syr'ja kormovogo. Dopustimye urovni soderzhaniya ^{90}Sr i ^{137}Cs . Veterinarnye pravi-la i normy. VP 13.5.13/06-01 / utv. Min-sel'hozom RF 19.12.2000. – M., 2001.

Literatura

1. Kobjakova T.I. Jekologičeskaja ocenka poverhnostnyh, podzemnyh vod i snezhnogo

