

О НАКОПЛЕНИИ РАДИОНУКЛИДОВ В ПОЧВЕ, РАСТЕНИЯХ И ПРОДУКЦИИ

В.Ф. Мальцев, В.Е. Ториков, Брянская ГСХА, З.Н. Маркина, Брянский Центр «Агрохимрадиология», О. В. Торикова, Московская сельскохозяйственная академия им. К. А. Тимирязева

Среди радионуклидов наиболее опасные Продукты деления тяжелых радиоактивных элементов — ^{137}Cs и ^{90}Sr , характеризующиеся высокой биологической подвижностью.

Миграция радионуклидов в агроэкосистемах определяется их физико-химическими свойствами, почвенными условиями и биологическими особенностями растений. Среди факторов, оказывающих влияние на биологическую доступность радионуклидов в почве, можно выделить две группы:

- свойства почв (минералогический состав, содержание гумуса и элементов минерального питания и т.д.);
- физические и химические свойства радионуклидов.

Величину перехода радионуклидов из почвы в растение определяют:

- физико-химические свойства радионуклидов;
- содержание подвижных форм радионуклидов в почве;
- поглощательная способность почвы, содержание илстой фракции, содержание и структура органического вещества, минералогический состав почвы;
- соотношение концентраций элементов-аналогов в почве;
- длительность взаимодействия радионуклидов с почвой;
- вид растения, сорт, фаза развития растения.

К числу основных параметров, по которым оценивают миграционную способность радионуклидов, относится их биологическая доступность. Информация о биологической доступности радионуклидов в различных по своим характеристикам почвах может быть получена различными путями, наиболее важный из которых — изучение форм нахождения радионуклидов в почвах и оценка накопления их сельскохозяйственными культурами. Подвижность радионуклидов и их доступность для растений оценивается на основании данных о содержании подвижных форм радионуклидов в почвах.

Поступление радионуклидов в сельскохозяйственные растения определяется тремя группами факторов:

- почвенно-климатические условия;
- биологические особенности растений;
- технологии возделывания культур.

В зависимости от годовых колебаний погодно-климатических условий накопление радионуклидов в сельскохозяйственных растениях может колебаться от 2 до 5 раз. Видовые и сортовые различия растений определяют колебания в накоплении радионуклидов от 1,5 до 30 раз.

Соотношение форм нахождения ^{90}Sr и ^{137}Cs в почвах в целом отражают основные различия в химических свойствах этих элементов и особенностей их закрепления в различных почвах, связанных с влиянием факторов, выделенных выше. На основе этих данных можно проследить достаточно четкие зависимости соотношения форм в зависимости от гранулометрического состава, гидролитической кислотности, суммы обменных оснований.

Радионуклиды, поступившие в почву, перераспределяются в почвенном профиле. При этом в почве могут одновременно действовать несколько механизмов, определяющих перенос радионуклидов, включая: диффузию свободных и сорбированных ионов, конвективный перенос радионуклидов в ионной форме и составе органических и неорганических лиганд, коллоидов, частиц, перераспределение в результате механической обработки почвы. Естественные процессы вертикального переноса протекают достаточно медленно, а интенсивность их в силу отмеченных выше причин изменяется во времени. При этом следует подчеркнуть, что скорость вертикального переноса зависит не только от процессов взаимодействия между радионуклидами и элементами почвенно-поглощающего комплекса, но и в значительной степени от гидрологического режима почв и ее физических свойств.

Известно, что природные фосфориты (сырье для производства фосфорных удобрений) содержат природные радионуклиды: уран, торий, стронций. В фосфоритах Полпинского месторождения (Брянский фосфоритный завод) содержится 45—49 г урана и 4—10 г тория в 1 т руды. При внесении фосфоритной муки эти количества радиоизотопов в почве практически неуловимы. Однако радиостронций, доля которого в фосфоритной муке составляет 10% от ее общей удельной активности, может создать угрозу стойкого и даже необратимого изменения свойств почвы. Поэтому очень важно проследить, как изменяется содержание радиостронция в почве и урожае под влиянием внесения различных доз фосфоритной муки.

Так как почвы Брянской области в настоящее время имеют различное по плотности радиоактивное загрязнение (в результате аварии на ЧАЭС), то для полного изучения вопроса о накоплении радионуклидов наряду с ^{90}Sr следует изучать накопление и ^{137}Cs .

В исследованиях, проведенных нами на опытном поле Брянской ГСХА, изучали влияние различных доз фосфоритной муки на накопление радионуклидов в почве и выращиваемом зерне. Почвы опытного участка серые лесные с содержанием гумуса 3,26—3,67%; pH солевой вытяжки 5,7—6,1; P_2O_5 - 33,7-35,7, K_2O - 16,1-21,7 мг/100 г почвы. Различные дозы фосфоритной муки были внесены непосредственно под люпин и гречиху, после которых высевали озимую пшеницу, а после нее размещали овес. Последствие доз фосфоритной муки сказывалось на посевах озимой пшеницы и овса. Радиологический анализ образцов почвы и зерна был проведен Брянским Центром «Агрохимрадиология». Результаты анализов представлены в табл. 1 и 2.

Приведенные данные показывают, что в почвенных образцах не отмечалось высокого содержания радионуклидов (почва относилась к классу чистых). Анализы образцов зерна показали, что радиоизотопы также находились в количествах, не превышающих допустимых (ПДУ содержания в зерне ^{137}Cs - 600 Бк/кг, ^{90}Sr - 60 Бк/кг).

Результаты исследований показали, что внесение на серой лесной среднесуглинистой почве различных доз, в том числе и высоких (600—900 кг д.в./га), фосфоритной муки, не приводило к накоплению радионуклидов в почве и продукции.

Содержание радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в почве и урожае, Бк/кг

	1996 год	1997 год
Вариант	Люпин (прямое действие)	Озимая пшеница (первый год последствия)

	Cs-137		Sr-137		Cs-137		Sr-137	
почва	зерно	почва	зерно	почва	почва	зерно	почва	зерно
P ₀	70,3	11,0	2,3	0,67	21,9	2,5	0,98	0,06
P ₉₀	70,3	13,0	2,7	1,81	13,6	2,5	4,77	0,93
P ₁₅₀	66,6	17,4	3,1	1,33	17,7	2,3	0,98	0,06
P ₃₀₀	66,6	18,5	3,6	1,22	23,6	3,1	4,29	0,25
P ₆₀₀	70,3	18,5	3,7	1,18	9,5	5,4	3,74	0,08
P ₉₀₀	74,0	18,5	4,0	0,59	18,4	2,9	0,30	0,24
	Гречиха (прямое действие)				Озимая пшеница (первый год последствий)			
P ₀	12,8	5,3	5,14	2,70	18,5	14,0	2,70	1,89
P ₉₀	16,0	7,7	3,42	0,81	22,4	15,0	4,18	1,50
P ₁₅₀	16,3	6,0	2,77	3,21	16,0	14,0	6,62	1,07
P ₃₀₀	16,7	6,7	2,51	0,51	14,6	13,0	1,48	0,30
P ₆₀₀	13,9	4,6	2,85	0,25	11,0	13,0	0,64	1,30
P ₉₀₀	14,0	9,4	2,66	1,96	23,4	15,0	1,74	0,44

XXI