

*Н.В. Дементьева, Е.В. Сидорова, Д.Н. Курбаков, В.К. Кузнецов,
И.В. Гешель, А.В. Саруханов, Н.В. Новикова, Т.В. Прохорова
N.V. Dementieva, E.V. Sidorova, D.N. Kurbakov, V.K. Kuznetsov,
I.V. Geshel, A.V. Sarukhanov, N.V. Novikova, T.V. Prohorova*

**Всероссийский научно-исследовательский институт
радиологии и агроэкологии
All-Russian Research Institute of Radiology and Agroecology**

**ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В КОМПОНЕНТАХ АГРАРНЫХ
ЭКОСИСТЕМ РАЙОНА РАСПОЛОЖЕНИЯ КУРСКОЙ АЭС
HEAVY METALS IN COMPONENTS OF AGRICULTURAL
ECOSYSTEMS IN THE AREA OF LOCATION
OF THE KURSK NPP**

Аннотация. Представлены результаты экологического мониторинга почв агроэкосистем контрольных участков в районе расположения Курской АЭС. Изучено содержание тяжелых металлов (ТМ) в почвах различных типов. Полученные данные могут использоваться для дальнейшей оценки воздействия антропогенных факторов на изменение экологической обстановки.

Ключевые слова: тяжелые металлы, АЭС, аграрные экосистемы.

Abstract. The results of ecological monitoring of soils of agroecosystems of control sites in the area of the Kursk NPP location are presented. The content of heavy metals in soils of various types has been studied. The data obtained can be used for further assessment of the impact of anthropogenic factors on environmental changes.

Key words: heavy metals, nuclear power plants, agricultural ecosystems.

Один из основных источников поступления ТМ в организм человека – сельскохозяйственная продукция. Следовательно, изучение особенностей накопления тяжелых металлов в растениях с целью минимизации их накопления в сельскохозяйственной продукции будет способствовать ограничению их поступления в организм человека [Саруханов А.В., 2019].

Курская АЭС расположена в зоне интенсивного ведения агропромышленного производства, где около 90 % сухопутной части 30-км зоны вокруг АЭС занимают сельскохозяйственные угодья. При этом наблюдения, проводимые на постоянных контрольных участках

сети агроэкологического мониторинга, показали, что содержание тяжелых металлов в почвах района размещения КуАЭС не превышает установленных ПДК и ОДК [Кузнецов В.К., 2015].

Основной задачей являлась оценка содержания ТМ в почвах, сельскохозяйственной растительности и продукции растениеводства, производимой в изучаемом регионе. Объектами мониторинга являются почвы и сельскохозяйственные растения, продукция растениеводства. При этом принимались во внимание вид угодий, травостоя и сельскохозяйственных культур. Обязательным условием отбора проб растений являлась сопряженность. Образцы растений отбирались одновременно на тех же участках, что и пробы почв с последующим разделением на основную и побочную продукцию.

В контрольную сеть мониторинга включено 10 контрольных участков (КУ). Почвы контрольных участков представлены различными типами характерными для данного региона, а именно: КУ-1–3 типичный чернозем; КУ-4 – выщелоченный чернозем; КУ-5–8 светло-серая лесная; КУ-9 темно-серая лесная; КУ-10 луговая оглеенная.

В настоящее время разработана оценка обеспеченности почв микроэлементами и состояния загрязнения почв токсичными элементами техногенных выбросов. Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) для почв представлены в СанПин 1.2.3685-21 (Табл. 1).

Табл. 1

ПДК и ОДК химических веществ в почве

ПДК		Валовое содержание ТМ, мг/кг					
		Pb	Zn	Cd	Cu	Ni	Mn
		–	–	–	–	–	1 500
ОДК	песчаные и супесчаные	32,0	55,0	0,5	33,0	20,0	–
	кислые (суглинистые и глинистые), рН КСl < 5,5	65,0	110,0	1,0	66,0	40,0	–
	близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), рН КСl > 5,5	130,0	220,0	2,0	132	80,0	–

Подготовка проб почв проводилась в соответствии с требованиями, изложенными в «Методических указаниях по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства» (ЦИНАО) 1992 г.

Определение тяжелых металлов в почве и продукции растениеводства осуществлялось методом атомно-абсорбционной спектроскопии с плазменной атомизацией. Измерение проводилось на плазменном анализаторе – Varian Liberty II. Валовое содержание тяжелых металлов определялось в почвах агроэкосистем в 2-х кратной повторности. Содержание химических элементов в кормах (сено) сопоставляли с уровнями, установленными «Временными максимально допустимыми уровнями (МДУ) некоторых химических элементов и госсипола в кормах сельскохозяйственных животных».

Установлено, что средние значения валового содержания анализируемых химических элементов в почве контрольных участков находились в пределах от 0,14 (Cd) до 11 146 (Fe) мг/кг и располагались в следующей последовательности: Fe > Mn > Zn > Cr > Ni > Cu > Pb > Co > Mo > Cd (Табл. 2). При этом уровни содержания тяжелых металлов в почвах контрольных участков не превышают ПДК.

Табл. 2

Валовое содержание ТМ по классам опасности в почвах аграрных экосистем

КУ	Валовое содержание ТМ, мг/кг									Fe
	I класс опасности			II класс опасности					III класс опасности	
	Pb	Zn	Cd	Mo	Cu	Ni	Co	Cr	Mn	
КУ-1	15,2	36,3	0,38	3,29	11,2	19,8	6,6	17,0	462	9 053
КУ-2	10,4	31,0	0,33	2,26	11,7	16,2	6,9	15,5	454	9 993
КУ-3	8,3	23,6	0,29	1,14	10,1	25,3	6,1	13,7	393	9 988
КУ-4	16,1	23,9	0,23	1,20	7,8	21,7	5,6	15,8	313	6 790
КУ-5	5,36	25,1	0,35	2,32	6,7	15,2	5,0	8,9	475	7 250
КУ-6	10,8	30,3	0,33	2,52	11,0	13,7	5,8	12,6	447	6 887
КУ-7	11,8	23,3	0,19	1,98	9,3	21,8	6,2	14,3	424	9 592
КУ-8	10,8	31,1	0,16	2,61	9,9	20,4	7,8	15,3	529	11 146
КУ-9	14,1	24,1	0,21	2,70	12,2	17,5	7,3	13,5	561	9 132
КУ-10	8,1	26,5	0,23	1,28	9,4	19,8	5,0	11,3	326	7 248

Накопление химических элементов, в том числе ТМ, зависит не только от содержания их в почве, но и от видовых особенностей растений (Табл. 3). Наиболее высокие концентрации химических элементов были обнаружены в кормовых культурах. Превышений существующих нормативов ни в одной из проанализированных проб не выявлено.

**Валовое содержание химических элементов в урожае
сельскохозяйственных культур**

КУ	Культура	Содержание тяжелых металлов, мг/кг воздушно-сухой массы									
		Cd	Mn	Cu	Ni	Pb	Cr	Zn	Co	Mo	Fe
КУ-1	Яровая пшеница, зерно	0,04	47,8	3,7	0,9	2,4	0,07	30,7	0,44	0,07	76
КУ-1	Яровая пшеница, солома	0,10	75,7	1,8	0,5	1,6	0,10	9,4	0,25	0,37	99
КУ-3	Сахарная свекла	0,01	0,06	0,1	0,5	0,3	0,07	1,5	0,02	0,07	19
КУ-4	Озимая пшеница, солома	0,10	99,1	1,6	0,6	0,9	0,17	10,5	0,31	0,53	81
КУ-5	Люцерна, в.-с. м.*	0,06	64,4	11,6	0,9	2,3	0,12	25,6	0,30	0,26	121
КУ-6	Люцерна, в.-с. м.	0,07	46,5	9,9	0,8	2,7	0,15	32,6	0,44	0,28	114
КУ-7	Озимая пшеница, солома	0,06	36,1	0,5	0,4	1,0	0,24	7,3	0,31	0,43	91
КУ-8	Соя в.-с. м.	0,11	33,9	3,2	0,9	1,2	0,25	18,8	0,31	0,93	73
КУ-9	Соя в.-с. м.	0,08	83,5	5,1	0,7	1,4	0,27	38,7	0,21	0,88	136
КУ-10	Соя в.-с. м.	0,05	36,7	0,8	0,7	1,6	0,29	18,8	0,43	0,69	101
МДУ 123- 4/281	Зерно	0,3	–	30,0	1,0	5,0	0,5	50,0	1,0	2,0	–
	Корне- и клубнеплоды	0,3	–	30,0	3,0	5,0	0,50	100	2,0	2,0	–
	Корма сочные и грубые	0,3	–	30,0	3,0	5,0	0,50	50	1,0	2,0	–
* – в.-с. м. – воздушно-сухая масса											

Список использованных источников

1. Кузнецов В.К., Санжаров А.И., Глазунов Г.П. Структура базы данных агроэкологического мониторинга земель сельскохозяйственного назначения в регионе размещения Курской АЭС // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 1.

2. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. М., 1992.

3. СанПин 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». М., 2021.

4. Саруханов А.В., Крыленкин Д.В. Содержание мышьяка, свинца и ртути в сельскохозяйственной продукции в районе Балтийской АЭС // Современные проблемы радиобиологии, радиоэкологии и агроэкологии. Обнинск, 2019.