

восстановления спектров по экспериментальным данным скоростей реакций с использованием спектра, рассчитанного методом Монте-Карло в качестве опорного.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ломакин, С. С. Радиометрия нейтронов активационным методом / С. С. Ломакин, В. И. Петров, П. С. Самойлов. – Москва: Энергоатомиздат, 1983. – 141 с.
2. Крамер-Агеев, Е. А. Активационные методы спектрометрии нейтронов / Е. А. Крамер-Агеев, В. С. Трошин, Е. Г. Тихонов. – Москва: Энергоатомиздат, 1976. – 236 с.
3. Patrick J. Griffin. User's Manual for SNL-SAND-II Code / Patrick J. Griffin, J. G. Kelly, Jason W. VanDenburg. Sandia National Laboratories, 1994. – 104 с.

НАКОПЛЕНИЕ $^{238-240}\text{Pu}$ и ^{241}Am ЗЕРНОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССКОГО СЕКТОРА ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ ЧАЭС

$^{238-240}\text{Pu}$ AND ^{241}Am ACCUMULATION BY GRAIN CROPS GROWN ON THE TERRITORY OF BELARUS SECTOR OF CHERNOBYL EXCLUSION ZONE

Ю. И. Бондарь, В. Н. Забродский, В. И. Садчиков, В. Н. Калинин
Yu. Bondar, V. Zabrotski, V. Sadchikov, V. Kalinin

*Государственное природоохранное научно-исследовательское учреждение
«Полесский государственный радиационно-экологический заповедник»,
г. Хойники, Республика Беларусь
zapovednik@tut.by*

Polessye State Radiation Ecological Reserve, Khoyniki, Gomel reg., Republic of Belarus

Работа посвящена определению удельной активности ^{241}Am и $^{238,239+240}\text{Pu}$ в зерне и соломе овса, ячменя, тритикале. Рассчитаны коэффициенты накопления и перехода ^{241}Am и $^{238,239+240}\text{Pu}$ в зерно и солому этих культур из супесчаных и дерново-подзолистых почв. Полученные результаты сопоставлены с базой данных МАГАТЭ.

The work is devoted to determination of activity concentration of ^{241}Am and $^{238,239+240}\text{Pu}$ in the samples of grain crops (oat, barley, triticale) grown on the territory of Belarusian part of Chernobyl exclusion zone. The concentration ratios and aggregated transfer factors of these radionuclides from sandy-loam and sod-podzol soils to grain and straw were calculated. The comparative analysis of the received results with IAEA database is carried out.

Ключевые слова: ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{241}Am , $^{238,239+240}\text{Pu}$, коэффициенты накопления и перехода, радиоактивное загрязнение, почва, зерновые культуры, овес, ячмень, тритикале, солома.

Keywords: ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{241}Am , $^{238,239+240}\text{Pu}$, accumulation and transition factors, radioactive pollution, soil, grain crops, oat, barley, triticale, straw.

В настоящее время основными дозообразующими радионуклидами, выброшенными в окружающую среду в результате чернобыльской аварии, являются ^{137}Cs и ^{90}Sr . Вместе с тем, трансурановые элементы выделяются в группу наиболее биологически значимых радионуклидов, обладающих высокой токсичностью и большими периодами полураспада ^{238}Pu – 88, ^{239}Pu – $2,41 \cdot 10^4$, ^{240}Pu – 6540, ^{241}Am – 432 года. Высокая токсичность и продолжительные периоды полураспада определяют радиоэкологическую значимость ^{241}Am и изотопов плутония при их вовлечении в биологический круговорот. В отличие от ^{137}Cs , доза облучения от ^{90}Sr и ТУЭ формируется в основном за счет инкорпорированных в организме радионуклидов [1–4].

Аккумуляция ТУЭ основными сельскохозяйственными зерновыми культурами до сих пор изучено недостаточно, а соответствующая научная информация в настоящее время только накапливается. В научной печати имеются работы, связанные с изучением перехода плутония и америция по трофическим цепям, основные результаты которых внесены в базу данных МАГАТЭ [5–6].

Целью настоящего исследования являлось определение уровней загрязнения, коэффициентов накопления и перехода альфа-излучающих изотопов $^{238-240}\text{Pu}$ и ^{241}Am в основные сельскохозяйственные зерновые культуры (овес, ячмень, тритикале) и солому от этих культур на территории зоны отчуждения.

Объектами исследования по проекту были зерновые овса, ячменя, тритикале и солома этих культур, а также различные виды почв, соответствующие выбранным участкам полей этих зерновых культур. Отбор проб почвы и зерновых культур проводился в 2014–2015 гг. на участках, которые расположены в Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике на территории Хойникского р-на Гомельской области, вблизи б.н.п. Бабчин и б.н.п. Воротец на расстоянии 42 км напрямую от ЧАЭС в направлении на север.

В результате проведенных после отбора проб инструментальных и радиохимических измерений получены удельные активности (A_v) $^{238,239,240}\text{Pu}$, ^{241}Am , ^{137}Cs и ^{90}Sr почвы, зерна и соломы на 6-ти рассматриваемых участках в 2014 г. и на 4-х участках в 2015 г. По полученным экспериментальным результатам рассчитаны средние значения коэффициентов накопления $^{239,240}\text{Pu}$, ^{241}Am (F_v) в зерне и соломе, а также коэффициентов перехода (T_v) этих радионуклидов из почвы в зерно и солому.

Значения $F_{v,\text{Pu}}$ в 2014 г. для зерна на 6-ти участках изменяются от $0,73 \cdot 10^{-3}$ до $6,6 \cdot 10^{-3}$, для соломы $6,6 \cdot 10^{-3} - 2,53 \cdot 10^{-2}$, а в 2015 г. на 4-х участках от $0,94 \cdot 10^{-3} - 7,3 \cdot 10^{-3}$ и $6,7 \cdot 10^{-3} - 3,2 \cdot 10^{-2}$ для зерна и соломы соответственно. Значения $F_{v,\text{Am}}$ в 2014 г. для зерна на 6-ти участках изменяются от $0,82 \cdot 10^{-3}$ до $9,7 \cdot 10^{-3}$, для соломы $6,6 \cdot 10^{-3} - 2,8 \cdot 10^{-2}$, а в 2015 г. от $0,72 \cdot 10^{-3} - 5,6 \cdot 10^{-3}$ и $3,9 \cdot 10^{-3} - 2,8 \cdot 10^{-2}$ для зерна и соломы соответственно. Диапазон $T_{v,\text{Pu}}$ для зерна изменяется от $0,23 \cdot 10^{-5}$ до $2,3 \cdot 10^{-5}$, для соломы $2,3 \cdot 10^{-5} - 8,4 \cdot 10^{-5}$, а $T_{v,\text{Am}}$ – $0,25 \cdot 10^{-5} - 3,3 \cdot 10^{-5}$ и $2,3 \cdot 10^{-5} - 8,9 \cdot 10^{-5}$ соответственно. Аккумуляция америция в растения несколько выше, чем плутония.

Полученные в данной работе значения коэффициентов F_v и T_v , исследованных ТУЭ для зерновых культур, хорошо согласуются с обобщенными данными МАГАТЭ для песчаных, супесчаных и дерново-подзолистых почв [5–6]. Самые высокие концентрации и значения коэффициентов F_v и T_v на дерново-подзолистой почве для всех радионуклидов приходится на овес и солому. На примере зерновых культур показана необходимость рассмотрения накопления и перехода ТУЭ и ^{90}Sr в сельскохозяйственные культуры как в зоне отчуждения, так и на прилегающих к ней территориях.

Настоящая работа выполнена по проекту МАГАТЭ ВУЕ/7/004 2014–2015 гг. «Укрепление потенциала для оценки поведения трансурановых элементов в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС и на прилегающих территориях».

ЛИТЕРАТУРА

1. Конопля, Е. Ф. Радиация и Чернобыль: Трансурановые элементы на территории Беларуси / Е. Ф. Конопля, В. П. Кудряшов, В. П. Миронов. – Гомель: РНИУП. «Институт радиологии», 2007. – 128 с. (С. 93–103).
2. Конопля, Е. Ф. Трансурановые элементы на территории Беларуси / Е. Ф. Конопля [и др.] // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2009. – Т. 49, № 4. – С. 495–501.
3. Sokolik, G. A., Soil-plant transfer of plutonium and americium in contaminated regions of Belarus after the Chernobyl catastrophe / G. A. Sokolik, S. V. Ovsianikova, T. G. Ivanova, S. L. Leinova // Environment International. 2004. – Т. 30, № 4. – С. 939–947.
4. Санжарова, Н. И. Пересмотр параметров миграции радионуклидов в агроэкосистемах / Н. И. Санжарова [и др.] // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2009. – Т. 49, №3. – С. 268–276.
5. Quantification of Radionuclide Transfers in Terrestrial and Freshwater Environments for Radiological Assessments. IAEA-TECDOC-1616. – Vienna: IAEA, 2009.
6. Handbook of parameter values for the prediction of radionuclide transfer in terrestrial and fresh-water environments. IAEA Technical Reports Series № 472. – Vienna: IAEA, 2010.

ИЗМЕРЕНИЯ *IN SITU* ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЦЕЗИЕМ-137 ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССКОГО СЕКТОРА ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ ЧАЭС

IN SITU MEASUREMENTS OF DENSITY CONTAMINATION OF THE TERRITORY OF BELARUS SECTOR OF CHERNOBYL EXCLUSION ZONE BY ^{137}Cs

Ю. И. Бондарь, В. Н. Забродский, В. Н. Калинин, В. И. Садчиков
Yu. Bondar, V. Zabrotski, V. Kalinin, V. Sadchikov

*Государственное природоохранное научно-исследовательское учреждение «Полесский
государственный радиационно-экологический заповедник»,
г. Хойники, Республика Беларусь
kalinin1953@yandex.by*

Polesye state radiation-ecological reserve, Khoyniki, Republic of Belarus

Целью исследований было одновременное картирование радиоактивного загрязнения и определение вертикального распределения ^{137}Cs без отбора проб почвы. Ученые из Шотландии выполнили расчет глубины залегания радионуклида в почве непосредственно по результатам обработки гамма-спектров.

The purpose of research was simultaneous mapping of radioactive contamination and determination of vertical distribution of radioactive nuclides without takeoff of core samples of soil. The scientists of Scotland (University Stirling) carried out calculation of depth of ^{137}Cs in soil immediately by results of gamma spectrum processing.