

ды синтеза радиофармацевтических препаратов для ядерной медицины, методы получения радиофармпрепаратов на основе циклотронных и генераторных радионуклидов для использования в радионуклидной диагностике.

Развитие ядерной медицины как фундаментальной, так и прикладной привело к привлечению особого внимания к изучению и синтезу противоопухолевых препаратов, соединений, защищающих организм от вредного действия ионизирующего излучения, высокочастотных электромагнитных излучений (компьютеров, мобильных телефонов, телевизоров, микроволновых печей, радаров и т.д.).

На кафедре РХиХФТ уделяется внимание вопросам организации межфакультетской и междууниверситетской работы по сопредельным ядерным дисциплинам. Наиболее перспективным в этом является создание в БГУ общеуниверситетских, междисциплинарных, оснащенных оборудованием ядерных центров, которые могли бы объединить усилия в области преподавания и НИР различных факультетов и университетов. При этом можно рассматривать как создание в будущем единого ядерного центра (с перспективой его организации через 10–15 лет), так и создание в настоящее время (в течение 1–1,5 лет) центра по наиболее актуальному современному направлению в рамках Программы подготовки кадров для БелАЭС. Такой ресурсный центр можно назвать центр "Ядерная химия и медицина" (РЦЯХМ). Создание такого центра имеет следующие преимущества:

- 1) он может объединить работу физиков, химиков, биологов, медицинский факультет и др. как в области подготовки студентов (аспирантов), так и в области НИР;
- 2) на ряде факультетов уже сейчас ведутся работы в области ядерной медицины (Физический факультет, лаборатория радиохимии химического факультета) и имеются высококвалифицированные кадры для развития этих работ;
- 3) в Беларуси имеется целый ряд ядерных организаций, которым требуются специалисты данного профиля;
- 4) в работу РЦЯХМ могут быть привлечены не только специалисты в области ядерных дисциплин, но и ряд

других высококвалифицированных специалистов в области химии, физики, биологии и др. (органическая химия, теоретическая физика и химия);

- 5) РЦЯХМ будет способствовать развитию и продолжению в БГУ исследований в области ядерных дисциплин как фундаментальных, так и прикладных.

При дальнейшем развитии кафедры радиационной химии и химико-фармацевтических технологий ее задача состоит в том, чтобы реализовать все положения образовательной программы. Кафедра для этого располагает необходимым учебно-научным потенциалом.

За прошедшие годы с момента подписания Государственной программы с учетом небольшого накопленного опыта уже можно выделить ряд вопросов и проблем, которые необходимо решить кафедре как в масштабе БГУ, так и совместно с другими вузами, занимающимися подготовкой специалистов для БелАЭС.

Необходим централизованный учет подготовки и единые унифицированные требования к будущим специалистам, наличие единых отраслевых программ. Должен присутствовать этап практического применения теоретического материала под руководством наставника. Не может быть ограниченности доступа к актуальным учебным материалам.

В перспективных задачах подготовки кадров для ядерной энергетики перед кафедрой ставится цель обеспечения непрерывности повышения и поддержания квалификации специалистов с учетом международного опыта, обеспечить необходимую потребность организаций, участвующих в сооружении АЭС в компетентном и квалифицированном персонале по вопросам управления, обеспечения и контроля качества и эксплуатации.

Изложенный подход к организации процесса обучения, позволяет надеяться на высокий уровень подготовки химиков, способных решать текущие и перспективные задачи, направленные на обеспечение безопасной работы объектов ядерной энергетики.

В целом, сравнение учебных программ показывает, что система белорусского радиохимического образования не уступает передовым зарубежным системам и по своей четкости, целеустремленности, и по насыщенности.

АССОЦИАТИВНЫЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ТН И U С РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ В ЖИВОМ ВЕЩЕСТВЕ

Е.В. Коваль, Н.В. Барановская

Томский политехнический университет, Томск, Россия, lena_kowal@mail.ru

ASSOCIATIVE CORRELATIONS BETWEEN TH AND U AND RARE EARTH ELEMENTS IN THE LIVING MATTER

E.V. Koval, N.V. Baranovskaya

Natural Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia

The article introduces the results of studying the correlations between radioactive and rare earth elements in living matter of the Tomsk region. Peculiarities in the distribution of districts for ratios of radioactive elements in the rare earth elements.

При оценки состояния территории в результате различных видов воздействий встает вопрос об изучении химического состава не только природных сред, но и живых организмов, в роли которых выступают биосубстраты человека (кровь, волосы) так как они являются биоиндикаторами, чутко реагирующими на изменение микроэлементного состава окружающей среды.

Редкоземельные элементы (РЗЭ) находят все более широкое применение в современном мире: они используются в аэрокосмической технике, средствах связи, компьютеризации, а, следовательно, активно добываются. Уникальные свойства редкоземельных элементов, обеспечивших их широкое применение в тех или иных областях, могут играть специфическую роль в биогеохимических процессах в биосфере. Это определяет активность их изучения в живых организмах и средах их обитания.

К источникам поступления редкоземельных элементов в окружающую среду кроме предприятий ядерно-топливного цикла и топливно-энергетического комплекса относятся: добыча угля, а так же угольная пыль и зола уноса, образовавшиеся при переработке угля [1]. Кроме того, поступление данных элементов может быть обусловлено влиянием природных источников [4].

Редкоземельные элементы все чаще используются в качестве индикаторов геохимической ситуации в окружающей среде, а также их используют при эколого-геохимическом районировании территории [2].

Отмечается согласованность в распределении редкоземельных элементов и их суммы в геологических образованиях с радиоактивными элементами, прежде всего с торием. Варьирование содержания тория четко увязывается с содержанием суммы редкоземельных элементов в порфиридных гранитах, альбитизированных гранитах, калгутитах, жилах [3].

Актуальным является выявление взаимосвязей радиоактивных и редкоземельных элементов в распределении районов с различной техногенной нагрузкой при исследовании живого вещества.

Нами было проанализировано содержание Th, U и редкоземельных элементов в волосах жителей Томской области (569 проб) и крови жителей Томской области (276 проб). Количественное определение элементов проводилось с помощью инструментального нейтронно-активационного анализа на исследовательском реакторе ИРТ-Т в лаборатории ядерно-геохимических методов исследования Томского политехнического университета (аналитик – с.н.с. А.Ф. Судыко).

Анализ Th/сумма РЗЭ соотношения в волосах жителей показал, что из всех районов Томской области высокими значениями Th выделяется Томский и Каргасокский (рис. 1). В свою очередь в крови жителей (рис. 2) Томского и Каргасокского районов подобной картины не наблюдается и уровень элементов примерно одинаков с таковым у жителей Александровского района. По Th/РЗЭ соотношению в крови можно условно разделить районы на следующие группы: Кожевниковский и Чаинский районы; Каргасокский, Томский, Александровский, Шегарский районы; Зырянский, Верхнекетский районы;

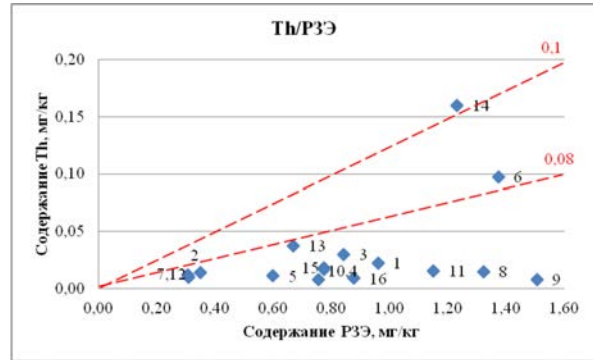


Рис. 1. Th/P3Э соотношение в волосах жителей районов Томской области: 1 – Александровский район; 2 – Асиновский район; 3 – Бакчарский район; 4 – Верхнекетский район; 5 – Зырянский район; 6 – Каргасокский район; 7 – Кожевниковский район; 8 – Колпашевский район; 9 – Кривошеинский район; 10 – Молчановский район; 11 – Парabelьский район; 12 – Первомайский район; 13 – Тегульдетский район; 14 – Томский район; 15 – Чаинский район; 16 – Шегарский район

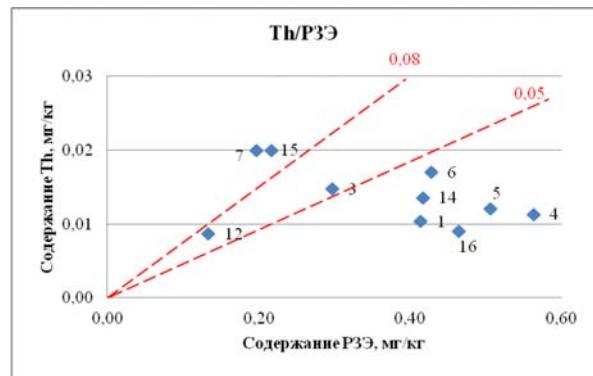


Рис. 2. Th/P3Э соотношение в крови жителей районов Томской области: 1 – Александровский район; 2 – Асиновский район; 3 – Бакчарский район; 4 – Верхнекетский район; 5 – Зырянский район; 6 – Каргасокский район; 7 – Кожевниковский район; 8 – Колпашевский район; 9 – Кривошеинский район; 10 – Молчановский район; 11 – Парabelьский район; 12 – Первомайский район; 13 – Тегульдетский район; 14 – Томский район; 15 – Чаинский район; 16 – Шегарский район

Бакчарский район; Первомайский район. Видно, что районы группируются в зависимости от техногенной нагрузки, оказываемой на район, сельскохозяйственные районы группируются вместе, аналогичная ситуация

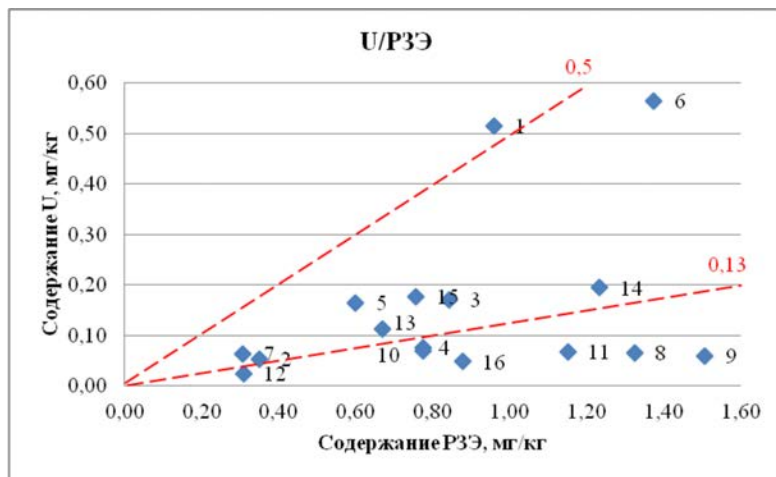


Рис. 3. *U/P3Э соотношение в волосах жителей районов Томской области 1 – Александровский район; 2 – Асиновский район; 3 – Бакчарский район; 4 – Верхнекетский район; 5 – Зырянский район; 6 – Каргасокский район; 7 – Кожевниковский район; 8 – Колпашевский район; 9 – Кривошеинский район; 10 – Молчановский район; 11 – Парабельский район; 12 – Первомайский район; 13 – Тегульдетский район; 14 – Томский район; 15 – Чаинский район; 16 – Шегарский район*

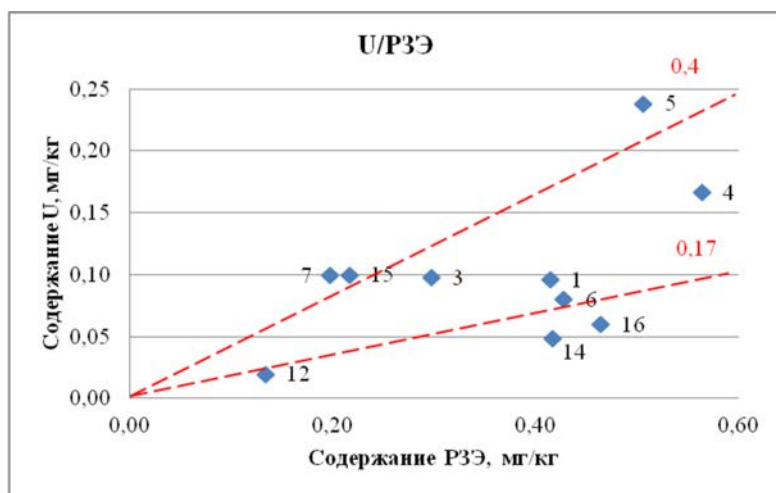


Рис. 4. *U/P3Э соотношение в крови жителей районов Томской области: 1 – Александровский район; 2 – Асиновский район; 3 – Бакчарский район; 4 – Верхнекетский район; 5 – Зырянский район; 6 – Каргасокский район; 7 – Кожевниковский район; 8 – Колпашевский район; 9 – Кривошеинский район; 10 – Молчановский район; 11 – Парабельский район; 12 – Первомайский район; 13 – Тегульдетский район; 14 – Томский район; 15 – Чаинский район; 16 – Шегарский район*

происходит с нефтегазоносными районами, с ними в группе находится и Томский район.

Анализ U/P3Э соотношения в волосах жителей показал, что высокими значениями U и суммы редкоземельных элементов выделяются нефтегазоносные районы: Александровский и Каргасокский районы, также отдельно от общей массы районов находится Томский район (рис. 3). В крови (рис. 4) высокие значения U и

суммы редкоземельных элементов отмечены в Верхнекетском и Зырянском районе. Низкими значениями выделяется Первомайский район. Условная группировка районов по соотношению урана к сумме редкоземельных элементов сохраняется, как и при соотношении тория к редкоземельным элементам.

Анализ тройных диаграмм накопления элементов в волосах и крови жителей районов Томской области (рис. 5–6) показал, что имеет место проявление факторов среды в группировании районов.

Анализ тройной диаграммы распределения Th, U и суммы редкоземельных элементов в волосах жителей Томской области показал, что подавляющая масса населенных пунктов Томской области характеризуется вкладом урана. Для Томского района волосы жителей характеризуются смешанной природой, вклад вносит как уран, так и торий, что может объясняться сложной природно-техногенной ситуацией на данной территории.

В Володино Кривошеинского района наряду с вкладом урана наблюдается вклад редкоземельных элементов. Распределение Th, U и редкоземельных элементов в крови жителей Томской области показывает, что для основной части населенных пунктов, так же как и для волос, характерен урановый вклад. Кровь жителей Томского района характеризуется смешанной природой. Для части населенных пунктов Томского района (Томск, Северск, Наумовка) наблюдается вклад тория.

Данные результаты подтверждает результат кластерного анализа ассоциаций элементов в волосах жителей районов Томской области (рис. 7). Сформировано три крупных кластера: в первом кластере выделяется ассоциация Th-Lu-Eu, со значимой корреляционной связью; во втором кластере наиболее значимые связи имеют Yb-Ce; третий кластер объединяет в себе U-Tb-Sm-La.

Кластерный анализ ассоциаций элементов в крови жителей районов Томской области (рис. 8) также показал формирование трех крупных кластеров. Первый кластер объединяет U-Lu-Tb. Во втором кластере наиболее значимые связи имеют Eu-Yb-Sm. В третьем кластере выделяется ассоциация Th-Ce-La, с значимой корреляционной связью.

Основным выводом является то, что группирование элементов на территории Томской области в волосах и

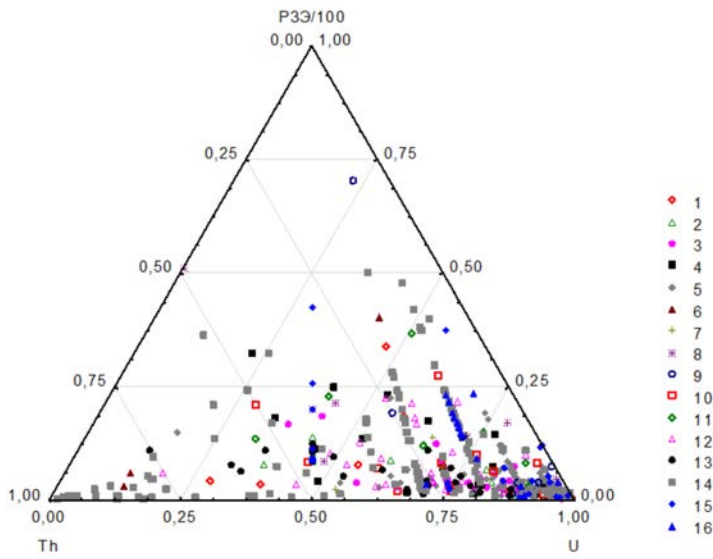


Рис. 5. Тройная диаграмма распределения Th, U и редкоземельных элементов в волосах жителей районов Томской области: 1 – Александровский район; 2 – Асиновский район; 3 – Бакчарский район; 4 – Верхнекетский район; 5 – Зырянский район; 6 – Каргасокский район; 7 – Кожевниковский район; 8 – Колпашевский район; 9 – Кривошеинский район; 10 – Молчановский район; 11 – Парабельский район; 12 – Первомайский район; 13 – Тегульдетский район; 14 – Томский район; 15 – Чаинский район; 16 – Шегарский район

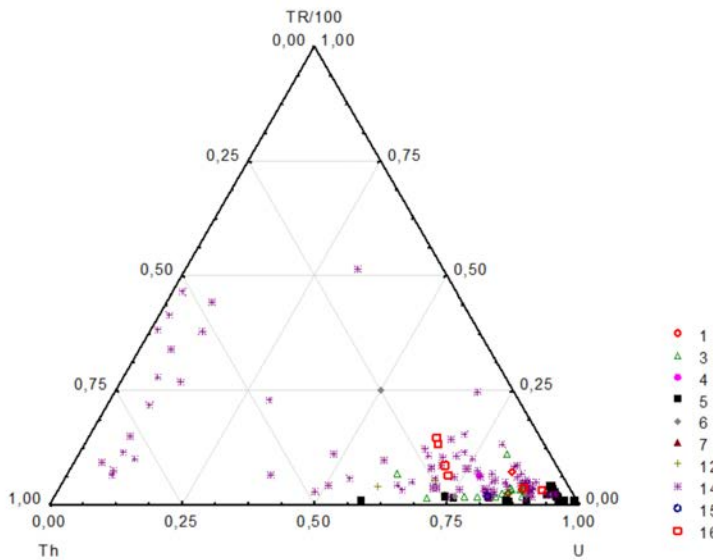


Рис. 6. Тройная диаграмма распределения Th, U и редкоземельных элементов в крови жителей районов Томской области: 1 – Александровский район; 2 – Асиновский район; 3 – Бакчарский район; 4 – Верхнекетский район; 5 – Зырянский район; 6 – Каргасокский район; 7 – Кожевниковский район; 8 – Колпашевский район; 9 – Кривошеинский район; 10 – Молчановский район; 11 – Парабельский район; 12 – Первомайский район; 13 – Тегульдетский район; 14 – Томский район; 15 – Чаинский район; 16 – Шегарский район

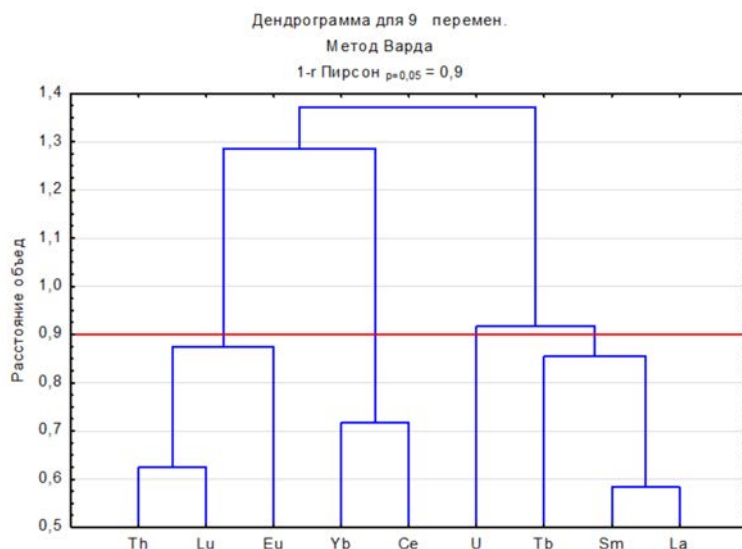


Рис. 7. Дендрограмма корреляционной матрицы геохимического спектра элементов в волосах жителей районов Томской области

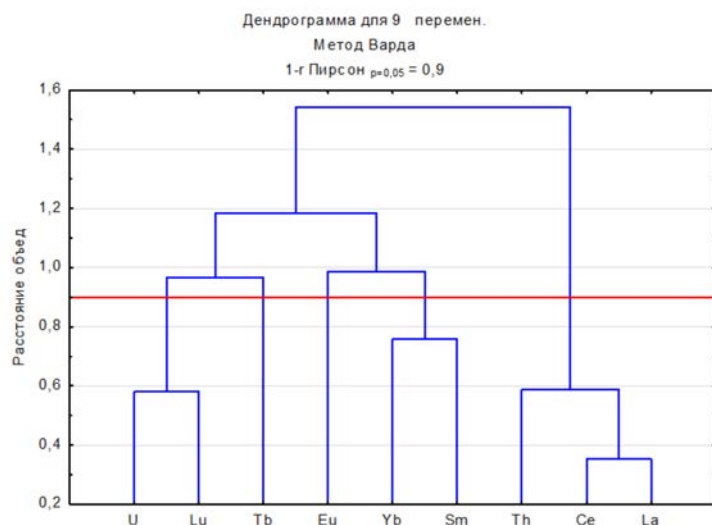


Рис. 8. Дендрограмма корреляционной матрицы геохимического спектра элементов в крови жителей районов Томской области

крови жителей происходит дифференцированно, при этом радиоактивные элементы в большей степени коррелируют со средними и тяжелыми редкоземельными элементами.

Таким образом, редкоземельные элементы в совокупности с радиоактивными элементами могут использоваться в качестве индикаторов, данное использование позволяет дифференцировать населенные пункты, хотя для точного объяснения природы такого поведения элементов необходимы дополнительные исследования.

Литература

1. Арбузов С.И., Рихванов Л.П., Ершов В.В. Редкометалльный потенциал углей Средней Сибири // Известия Томского политехнического университета. – 2001. – Т. 304, вып. 1: Геология, поиски и разведка полезных ископаемых Сибири. – С. 130–147.
2. Очерки геохимии человека : монография / Н.В. Барановская, Л. П. Рихванов, Т.Н. Игнатова и др.; Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во ТПУ, 2015. – 378 с.
3. Поцелуев А.А., Котегов В.И., Бабкин Д.И. Редкоземельные элементы в геологических образованиях Калгутинского месторождения (Рудный Алтай) // Известия Томского политехнического университета. – 2002. – Т. 305, вып. 6: Геология, поиски и разведка полезных ископаемых Сибири. – С. 229–246.
4. Эколого-геохимические особенности природных сред Томского района и заболеваемость населения / Л.П. Рихванов, Е.Г. Язиков, Н.В. Барановская и др. – Томск, 2006. – 216 с.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕХОДА ИСКУССТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Т.Е. Кожуханов, С.Н. Лукашенко, Н.В. Ларионова

Институт радиационной безопасности и экологии НЯЦ РК, г. Курчатов, Казахстан, kozhahanov@nnc.kz

EXPERIMENTAL RESEARCH OF PARAMETERS OF ARTIFICIAL RADIONUCLIDES' TRANSFER INTO AGRICULTURAL PLANTS UNDER CONDITIONS OF RADIOACTIVE CONTAMINATION

T.E. Kozhakhonov, S.N. Lukashenko, N.V. Larionova

Institute of Radiation Safety and Ecology of the NNC RK, Kurchatov city, Kazakhstan

В работе представлены результаты исследования накопления искусственных радионуклидов сельскохозяйственными и плодово-ягодными культурами, выращенными на радиоактивно-загрязненной территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона (СИП). Дана количественная оценка содержания искусственных радионуклидов в различных видах растений. В результате работы выявлены особенности накопления и распределения искусственных радионуклидов в вегетативных и генеративных органах исследуемых растений. Получены коэффициенты накопления ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239+240}\text{Pu}$ и ^{241}Am для продукции растениеводства, необходимые для прогноза концентраций данных радионуклидов при оценке радиационной обстановки территорий, подвергшихся влиянию радиоактивного загрязнения. Выявлена зависимость накопления радионуклидов для растений от типа посадки, видов и дозировки удобрений и фаз развития. Для всех исследованных радионуклидов установлен убывающий ряд по накоплению в растениях.