

Медико-биологические проблемы жизнедеятельности

Научно-практический рецензируемый журнал

№ 1(19)

2018 г.

Учредитель

Государственное учреждение
«Республиканский научно-
практический центр
радиационной медицины
и экологии человека»

Журнал включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования диссертационных исследований по медицинской и биологической отраслям науки (31.12.2009, протокол 25/1)

Журнал зарегистрирован

Министерством информации
Республики Беларусь,
Свид. № 762 от 6.11.2009

Подписано в печать 10.04.18
Формат 60×90/8. Бумага мелованная.
Гарнитура «Times New Roman».
Печать цифровая. Тираж 100 экз.
Усл. печ. л. 23,25. Уч.-изд. л. 12,1.
Зак. 42/2.

Издатель ГУ «Республиканский
научно-практический центр
радиационной медицины и
экологии человека»
Свидетельство N 1/410 от 14.08.2014

Отпечатано в КУП
«Редакция газеты
«Гомельская праўда»
г. Гомель, ул. Полесская, 17а

ISSN 2074-2088

Главный редактор, председатель редакционной коллегии

А.В. Рожко (д.м.н., доцент)

Редакционная коллегия

В.С. Аверин (д.б.н., профессор, зам. гл. редактора),
В.В. Аничкин (д.м.н., профессор), В.Н. Беляковский (д.м.н., профессор), Н.Г. Власова (д.б.н., доцент, научный редактор),
А.В. Величко (к.м.н., доцент), И.В. Велякин (к.б.н., доцент),
А.В. Воропаева (к.м.н., доцент), В.В. Евсеенко (к.пс.н.),
С.В. Зыблева (к.м.н., отв. секретарь), С.А. Игумнов (д.м.н., профессор), И.Н. Коляда (к.м.н.), А.В. Коротаев (к.м.н., доцент), А.Н. Лызикив (д.м.н., профессор), А.В. Макавич (к.м.н., доцент), С.Б. Мельнов (д.б.н., профессор), Я.Л. Навменова (к.м.н.), Э.А. Надьров (к.м.н., доцент),
И.А. Новикова (д.м.н., профессор), Э.Н. Платошкин (к.м.н., доцент), Э.А. Повелица (к.м.н.), Ю.И. Рожко (к.м.н., доцент), И.П. Ромашевская (к.м.н.), М.Г. Русаленко (к.м.н.), А.П. Саливончик (к.б.н.), А.Е. Силин (к.б.н.), А.Н. Стожаров (д.б.н., профессор), А.Н. Цуканов (к.м.н.), Н.И. Шевченко (к.б.н., доцент), Ю.И. Ярец (к.м.н., доцент),

Редакционный совет

В.И. Жарко (зам. премьер-министра Республика Беларусь, Минск), А.В. Аклеев (д.м.н., профессор, Челябинск), С.С. Алексанин (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), Д.А. Базыка (д.м.н., профессор, Киев), А.П. Бирюков (д.м.н., профессор, Москва), Е.Л. Богдан (Начальник Главного управления организации медицинской помощи Министерства здравоохранения), Л.А. Бокерия (д.м.н., академик РАН и РАМН, Москва), А.Ю. Бушманов (д.м.н., профессор, Москва), И.И. Дедов (д.м.н., академик РАМН, Москва), М.П. Захарченко (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), Л.А. Ильин (д.м.н., академик РАМН, Москва), К.В. Котенко (д.м.н., профессор, Москва), В.Ю. Кравцов (д.б.н., профессор, Санкт-Петербург), Н.Г. Кручинский (д.м.н., Минск), Т.В. Мохорт (д.м.н., профессор, Минск), Д.Л. Пиневиц (Минск), В.Ю. Рыбников (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), Н.Д. Тронько (д.м.н., профессор, Киев), В.А. Филонюк (к.м.н., доцент, Минск), Р.А. Часнойть (к.э.н., Минск), В.Е. Шевчук (к.м.н., Минск), В.Д. Шило (Минск)

Технический редактор

С.Н. Никонович

Адрес редакции 246040 г. Гомель, ул. Ильича, д. 290,
ГУ «РНПЦ РМ и ЭЧ», редакция журнала
тел (0232) 38-95-00, факс (0232) 37-80-97
<http://www.mbp.rcrm.by> e-mail: mbp@rcrm.by

© Государственное учреждение
«Республиканский научно-практический центр
радиационной медицины и экологии человека», 2018

№ 1(19)

2018

Medical and Biological Problems of Life Activity

Scientific and Practical Journal

Founder

Republican Research Centre
for Radiation Medicine
and Human Ecology

Journal registration
by the Ministry of information
of Republic of Belarus

Certificate № 762 of 6.11.2009

© Republican Research Centre
for Radiation Medicine
and Human Ecology

ISSN 2074-2088

Содержание

Content

Обзоры и проблемные статьи

- Н.Г. Власова**
Гигиеническая регламентация облучения человека 6
- Е.С. Пашинская, В.В. Поляржин, В.М. Семенов**
Паразитирование токсоплазм и его некоторые медико-биологические аспекты (обзор литературы, часть 1) 14

Медико-биологические проблемы

- К.Н. Буздалькин**
Облучение персонала в результате ингаляционного поступления радионуклидов при пожарах в зонах отчуждения и отселения Чернобыльской АЭС 25
- Л.А. Горбач**
Риск туберкулеза у детей и подростков с различными заболеваниями в пострадавших от чернобыльской катастрофы районах 33
- М.В. Кадука, Л.Н. Басалаева, Т.А. Бекяшева, С.А. Иванов, Н.В. Салазкина, В.В. Ступина**
Результаты радиационного контроля пищевой продукции на загрязненных территориях российской федерации в отдаленный период после аварии на ЧАЭС 40
- Т.А. Кормановская**
Контроль и учет доз природного облучения населения Российской Федерации 48
- С. Д. Кулеш**
Сравнительный анализ эпидемиологии внутримозгового кровоизлияния в Республике Беларусь и других странах 55
- С.Н. Соколовская, Л.Г. Карпишевич, Н.П. Минько, В.А. Пономарев, В.А. Игнатенко, Б.К. Кузнецов**
Изотопы радона и их использование при водолечении в санатории «Радон» 60

Reviews and problem articles

- N.G. Vlasova**
Hygienic regulation of human radiation 6
- E.S. Pashinskaya, V.V. Pabiarzhyn, V.M. Semenov**
The parasite *Toxoplasma gondii* and some medical and biological aspects (literature review, part 1) 14

Medical-biological problems

- K.N. Bouzdalkin**
Irradiation of the personnel as a result of radionuclides inhalation during fires in Chernobyl exclusion zone 25
- L.A. Gorbach**
The risk of tuberculosis in children and adolescents with various diseases in affected by the Chernobyl disaster areas 33
- M.V. Kaduka, L.N. Basalajeva, T.A. Bekjasheva, S.A. Ivanov, N.V. Salaskjina, V.V. Stupina**
The results of radiation control of the foodstuffs from contaminated territories of Russian Federation in the remote period after the accident on Chernobyl NPP 40
- T.A. Kormanovskaja**
Control and accounting of the natural exposure doses population Russian Federation 48
- S. D. Kulesh**
Comparative analysis of the epidemiology of intracerebral hemorrhage in the Republic of Belarus and other countries 55
- S.N. Sakaloukaya, L.H. Karpishevich, N.P. Minko, V.A. Panamareu, V.A. Ignatenko, B.K. Kuznecov**
Radon isotopes and their application in hydrotherapy in health center «Radon» 60

- А.С. Соловьев, М.А. Пимкин, Т.А. Анащенко**
Влияние делеции субдомена инозин-5'-монофосфат дегидрогеназы и точечных мутаций гена фермента, ассоциированных с пигментным ретинитом, на её активность и нуклеотидные пулы *Escherichia coli* 66
- Л.А. Чунихин, А.Л. Чеховский, Д.Н. Дроздов**
Обоснование возможности определения критических зон радоноопасности по косвенным показателям радона 72
- Л.Н. Эвентова, А.Н. Матарас, Ю.В. Висенберг, Н.Г. Власова**
Динамика соотношения доз внешнего и внутреннего облучения жителей населенных пунктов, находящихся на территориях с различной плотностью радиоактивного загрязнения 80
- Ю.И. Ярец, И.А. Славников, З.А. Дундаров, Н.Н. Шибасва**
Информативность цитологического и гистологического методов исследования для оценки состояния воспалительной и пролиферативной фаз репарации гранулирующей раны 86

Клиническая медицина**Clinical medicine**

- Р.В. Авдеев, А.С. Александров, Н.А. Бакунина, Д.А. Белая, А.Ю. Брежнев, Н.В. Волкова, Л.М. Габдрахманов, И.Р. Газизова, А.Б. Галимова, В.В. Гарькавенко, А.М. Гетманова, В.В. Городничий, А.А. Гусаревич, Д.А. Дорофеев, Ю.Ф. Дюкарева, П.Ч. Завадский, А.Б. Захидов, О.Г. Зверева, У.Р. Каримов, И.В. Кондракова, А.В. Куроедов, С.Н. Ланин, Дж.Н. Ловпаче, Е.В. Молчанова, З.М. Нагорнова, О.Н. Онуфрийчук, С.Ю. Петров, Ю.И. Рожко, Ж.О. Сангилбаева, А.В. Селезнев, Л.Б. Таштитова, С.В. Усманов, А.С. Хохлова, А.П. Шахалова, Р.В. Шевчук**
Анализ вариантов гипотензивного лечения пациентов с первичной открытоугольной глаукомой по результатам многоцентрового исследования в клиниках шести стран 95
- A.S. Soloviov, M.A. Pimkin, T.A. Anaschenkova**
The subdomain deletion effect of the inosine-5'-monophosphate dehydrogenase and point mutations of the enzyme gene, associated with retinitis pigmentosa, on its activity and *Escherichia coli* nucleotide pools
- L. Chunikhin, A. Chekhovskiy, D. Drozdov**
Justification of the possibility for determining critical zones of radon danger on indirect radon indicators
- L.N. Eventova, A.N. Mataras, Y.V. Visenberg, N.G. Vlasova**
Dynamics of ratio of external and internal exposure doses of residents of settlements in territories with various density of radioactive contamination
- Y.Yarets, I. Slavnikov, Z. Dundarov, N.Shibasva**
Informativeness of cytological and histological research methods for assessing the state of inflammatory and proliferative reparation phases of granulated wounds

- А.В. Бойко**
Дебют моторных проявлений болезни Паркинсона. Роль стресса 112
- А.В. Величко, В.В. Похожай, З.А. Дундаров, С.Л. Зыблев**
Дифференцированный подход к хирургическому лечению первичного гиперпаратиреоза 118
- Н.В. Галиновская**
Состояние синтеза активных форм азота у пациентов с преходящими нарушениями мозгового кровообращения и лакунарным инсультом 129
- А.Ю. Захарко**
Предикторы развития неблагоприятных исходов беременности у женщин с метаболическим синдромом 142
- О.Н. Кононова, А.М. Пристром, А.В. Коротаев, Н.В. Николаева, О.В. Зотова, Е.В. Ковш, Я.Л. Навменова**
Применение суточного мониторингования артериального давления у беременных с метаболическим синдромом: анализ результатов 149
- А.С.Подгорная, Т.С. Дивакова**
Ультразвуковые критерии эффективности применения гистерорезектоскопической абляции эндометрия и левоноргестрелсодержащей внутриматочной системы в лечении меноррагий, ассоциированных с аденомиозом 157
- A.V. Boika**
The debut of motor symptoms of Parkinson's disease. The role of stress
- A.V. Velichko, V.V. Pohozhay, Z.A. Dundarov, S.L. Zyblev**
Differentiated approach to operant therapy of primary hyperparathyroidism
- N.V. Halinouskaya**
Status of active nitric oxide forms synthesis in patients with passing infringements of brain blood circulation and lacunar stroke
- A. Zakharko**
Predictors of development of adverse pregnancy outcome in women with metabolic syndrome
- O. Kononova, A. Pristrom, A. Korotaev, N. Nikolaeva, O. Zotova, E. Kovsh, Y. Navmenova**
Application of daily monitoring of arterial blood pressure in pregnant women with metabolic syndrome: analysis of results
- A.S.Podgornaya, T.S. Divakova**
Ultrasonic parameters of the uterus and ovaries in dynamics in patients with endometriosis of the uterus complicated by menorrhagia under the use of hystereselectoscopic ablation of the endometrium and levonorgestrel-containing intrauterine system

Обмен опытом**Experience exchange**

- М.В. Кажина**
Мозг как эндокринный орган. Биологические эффекты и терапевтические возможности нейростероидов с позиции гинеколога (Клиническая лекция) 167
- M.V. Kazhyna**
The brain as endocrine organ. Biological effects and therapeutic possibilities of neurosteroids (Clinical lecture)

УДК: 614.876:664:543.53:621.039.586(470) **М.В. Кадука, Л.Н. Басалаева, Т.А. Бежашева, С.А. Иванов, Н.В. Салазкина, В.В. Ступина**

РЕЗУЛЬТАТЫ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ НА ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В ОТДАЛЕННЫЙ ПЕРИОД ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧАЭС

ФБУН «С.-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены им. П.В. Рамзаева», С.-Петербург, Россия.

В статье приведены результаты исследования содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr в основных пищевых продуктах сельскохозяйственного производства и природного происхождения, традиционно потребляемых местным населением, отобранных в отдаленный период после аварии на ЧАЭС на загрязненных территориях с преобладанием разных типов почв. Радиохимические исследования отобранных проб проводились в 2010-2013 гг. в рамках Федеральных целевых программ Роспотребнадзора. Показано, что как средние, так и максимальные значения удельной активности ^{90}Sr в пробах основных дозообразующих продуктов, отобранных в зонах черноземных и серых лесных почв и в зонах подзолистых почв, существенно меньше допустимых уровней (ДУ), определенных для содержания данного радионуклида в соответствующем виде пищевого продукта. Как средние, так и максимальные значения удельной активности ^{137}Cs в пробах пищевых продуктов сельскохозяйственного производства и озерной и речной рыбы, отобранных в зонах черноземных и серых лесных почв и в зонах подзолистых почв, существенно меньше допустимых уровней, определенных для содержания данного радионуклида в соответствующем виде пищевого продукта. Допустимые уровни содержания ^{137}Cs в пробах лесных ягод, грибов и дичи могут быть превышены как для продуктов, отобранных в зонах подзолистых почв, так и отобранных в зонах черноземных и серых лесных почв.

Ключевые слова: техногенные радионуклиды, допустимые уровни, пищевые продукты, авария на ЧАЭС, радиохимический анализ

Введение

За годы, прошедшие после аварии на ЧАЭС, накоплено значительное количество данных по радиоактивному загрязнению отдельных звеньев пищевой цепи. Полученная информация используется для оценки среднегодовой эффективной дозы внутреннего облучения по поступлению радионуклидов, в частности ^{137}Cs и ^{90}Sr , в организм человека с продуктами питания. Установлено, что в настоящее время вклад ^{137}Cs в формирование дозы внутреннего облучения является ведущим, вклад ^{90}Sr составляет доли процентов [1]. Основными критическими звеньями природной пищевой цепи, являющимися носителями радионуклидов

^{137}Cs и ^{90}Sr , являются лесные грибы, ягоды, дичь, речная и озерная рыба. В отличие от продуктов питания сельскохозяйственного производства (естественная дезактивация которых проходила достаточно быстро), статистически достоверного уменьшения радиоактивного загрязнения указанных продуктов природного происхождения за период, прошедший после аварии на ЧАЭС, обнаружено не было, либо их очищение проходило очень медленно. В соответствии с этим к настоящему времени выявлено перераспределение вкладов различных составляющих пищевого рациона в дозу внутреннего облучения человека, пропорциональное произошедшему изменению величин коэффициента перехода (КП) радионуклидов в каж-

дый из потребляемых продуктов. Значения величин удельной активности ^{137}Cs в пробах лесных грибов и ягод варьируют в широких пределах в зависимости от поверхностной активности радионуклидов на почве, физико-химических свойств почвы, биологического вида продукта. Грибы и ягоды являются традиционной пищей населения России. При этом во многих районах, пострадавших вследствие аварии на ЧАЭС, удельные активности ^{137}Cs в пробах даров леса, которые человек использует в пищу, могут превышать допустимые уровни, определенные нормативными документами. В частности, в соответствии с СанПиН 2.3.2.2650-10, удельные активности ^{137}Cs в пробах грибов и ягод не должны превышать 500 Бк/кг и 160 Бк/кг, соответственно [2]. Данные радиационного мониторинга за прошедшие годы показали, что при существующих уровнях радиоактивного загрязнения пищевых продуктов, потребляемых жителями даже аварийно загрязненных территорий, получение достоверных данных о содержании в них техногенных радионуклидов для оценки доз облучения населения и характеристики радиационной обстановки в большинстве случаев возможно только с использованием радиохимических методов анализа. В первую очередь, это относится к определению удельной активности ^{90}Sr в пробах пищевых продуктов. Что касается ^{137}Cs , то можно использовать и гамма-спектрометры, но, как правило, с предварительным многократным концентрированием пробы (выпаривание, сушка, озоление).

Цель данной работы – показать уровни загрязнения пищевых продуктов сельскохозяйственного производства и природного происхождения, отобранных на территориях с преобладанием разных типов почв, в отдаленный период после аварии на ЧАЭС.

Материал и методы исследования

Объектами в данной работе являются пищевые продукты, традиционно потребляемые населением территорий, за-

грязненных после аварии на ЧАЭС, и формирующие дозу внутреннего облучения населения данных территорий. Контролируемыми параметрами при проведении исследований являлись удельные активности техногенных радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в основных пищевых продуктах местного сельскохозяйственного производства: молоко, мясо, овощи и корнеплоды, садовые фрукты и ягоды и продукты природного происхождения, отобранные на обследованных территориях: рыба, лесные грибы, лесные ягоды, мясо диких животных и птиц. Исследования проводились в 2010-2013 гг. в рамках Федеральных целевых программ Роспотребнадзора с анализом проб пищевых продуктов, отобранных на территории Ленинградской, Калужской, Орловской, Рязанской, Воронежской, Курской и Тульской областей, характеризующихся разными типами преобладающих на территории почв. Пробы, отобранные на территории Брянской области, наиболее загрязненной территории России после аварии на ЧАЭС, анализировались представителями учреждений Роспотребнадзора данной области самостоятельно.

Пищевые продукты были отобраны специалистами учреждений Роспотребнадзора загрязненных территорий, подготовлены (сожжены и озолены) для последующего радиохимического анализа и направлены для проведения анализа в институт радиационной гигиены. Пробоподготовку проводили согласно требованиям методики выполнения измерений, разработанной в институте [3]. Пробы молока объемом 1-2 л выпаривали в фарфоровых чашках до сухого остатка, который озоляли на электроплитке, затем в муфельной печи при температуре не выше 450°C. Пробы мяса и рыбы весом около 1-2 кг измельчали, помещали в металлическую (фарфоровую) посуду и озоляли. По видам мяса (говядина, свинина, птица, дичь) и рыбы пробы подготавливали отдельно. Пробы сырых грибов и ягод, отдельно по их видам, весом около 1 кг очищали от песка и по-

чвы, высушивали в сушильном шкафу при температуре 100-150°C, помещали в металлическую (фарфоровую) посуду и озоляли. Пробы корнеплодов весом около 1,5 кг промывали, очищали от кожуры, измельчали, сжигали в металлической посуде на плитке и озоляли. Пробы овощей, садовых фруктов и ягод весом около 1,5 кг промывали, измельчали, сжигали в металлической посуде на плитке и озоляли. Пробы садовой зелени весом не менее 0,5 кг промывали, измельчали, сжигали в металлической посуде на плитке и озоляли.

Данные о величинах удельной активности техногенных радионуклидов в пищевых продуктах были получены в результате радиохимического анализа по методике, разработанной в институте [3]. По данной методике из отобранной пробы исследуемого объекта изготавливают два счетных образца с применением методики радиохимического выделения радионуклидов ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs. Радиохимическое определение удельной активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в озоленной пробе основано на переводе данных радионуклидов в растворимое состояние путем кислотной (HCl) обработки (выщелачивания) пробы. Из солянокислого раствора пробы ¹³⁷Cs выделяют сурьмяно-иодидным методом, активность ⁹⁰Sr определяют по активности его дочернего радионуклида ⁹⁰Y, который осаждают оксалатным методом. Для контроля неизбежных в процессе анализа потерь радионуклидов в исследуемую пробу на самом первом этапе ее обработки для каждого из определяемых изотопов добавляют известное количество носителя, в качестве которого используются титрованные солянокислые растворы солей соответствующих элементов. Величину химического выхода для каждого радионуклида определяют отношением количества носителя, полученного на выходе, к количеству носителя, добавленного в пробу. Активность приготовленных счетных образцов измеряют на радиометре типа УМФ-2000, для которого предварительно определяют его чувствительность к излучению ¹³⁷Cs и ⁹⁰Y в геоме-

трии измерений (размер подложки и масса счетного образца) с применением специально приготовленных источников на основе соответствующих эталонных растворов радионуклидов.

Результаты исследования

В рамках Федеральной целевой программы в радиохимической лаборатории института с 2010 по 2013 гг. провели радиохимический анализ 2415 проб пищевых продуктов, отобранных на территориях, загрязненных после аварии на ЧАЭС. Удельную активность техногенных радионуклидов ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr определили в 156 пробах, отобранных на территории Ленинградской области, в 601 пробе, отобранной в Калужской области, 326 пробах Орловской, 218 пробах Рязанской, 321 пробе Воронежской, 353 пробах Курской и 440 пробах Тульской областей.

Результаты анализа содержания ¹³⁷Cs в пробах основных дозообразующих продуктов, отобранных на территориях, в почвенном покрове которых преобладают дерново-подзолистые песчаные и супесчаные почвы и на территориях с преобладанием плодородных черноземных и серых лесных почв, представлены в таблице 1.

Известно, что коэффициент перехода радионуклидов из плодородных черноземных и серых лесных почв в пищевые продукты (как сельскохозяйственного производства, так и природного происхождения) существенно ниже, чем из бедных дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почв [1, 4]. Представленные в таблице 1 данные хорошо согласуются с данным установленным ранее фактом. Как видно из представленных в таблице 1 данных, превышений допустимых уровней содержания ¹³⁷Cs в пищевых продуктах сельскохозяйственного производства не было обнаружено как для продуктов, отобранных на территориях с преобладанием черноземных и серых лесных почв, так и для продуктов, отобранных на территориях с подзолистым почвенным покровом. Превышений ДУ содержания ¹³⁷Cs в озерной и речной рыбе

Таблица 1 – Удельная активность ¹³⁷Cs в пробах основных дозообразующих продуктов, отобранных в зонах черноземных и серых лесных почв и подзолистых почв, Бк/кг

Вид продукта	ДУ*	Подзолистые почвы		Черноземные почвы	
		Среднее	Максимум	Среднее	Максимум
Говядина	200	16	22	1,19	7,80
Свинина	200	8,0	14	0,43	1,42
Молоко коровье	100	3,0	7,9	0,77	12
Молоко козье	100	7,6	14	0,75	1,68
Картофель	80	1,31	5,00	0,41	3,40
Рыба озерная	130	19	-	0,44	2,00
Рыба речная	130	27	-	0,41	1,90
Ягоды лесные	160	100	190	19	530
Грибы лесные	500	200	850	37	360

* ДУ – допустимый уровень содержания ¹³⁷Cs, Бк/кг согласно СанПиН 2.3.2.2650-10 [2]

также обнаружено не было. Средние значения удельной активности ¹³⁷Cs в пробах лесных грибов и ягод не превысили соответствующие ДУ для данных продуктов, однако для нескольких проб грибов и ягод как для территорий с подзолистыми почвами, так и с черноземными были обнаружены превышения соответствующих ДУ.

Результаты анализа содержания ⁹⁰Sr в пробах основных дозообразующих продуктов, отобранных на территориях, в почвенном покрове которых преобладают дерново-подзолистые песчаные и супесчаные почвы и на территориях с преобладанием плодородных черноземных и серых лесных почв, представлены в таблице 2.

Как видно из представленных в таблице 2 данных, превышений допустимых уровней содержания ⁹⁰Sr в пищевых продуктах сельскохозяйственного производ-

ства и природного происхождения не было обнаружено как для продуктов, отобранных на территориях с преобладанием черноземных и серых лесных почв, так и для продуктов, отобранных на территориях с подзолистым почвенным покровом.

Результаты анализа содержания техногенных радионуклидов в плодоовощной продукции, производимой в личных подсобных хозяйствах жителей территорий с преобладанием черноземных и серых лесных почв, представлены в таблице 3. Согласно СанПиН 2.3.2.2650-10 [2] ДУ содержания ¹³⁷Cs в овощах и корнеплодах, включая картофель, составляет 80 Бк/кг, ДУ содержания ⁹⁰Sr в данной продукции составляет 40 Бк/кг. Содержание техногенных радионуклидов в садовой зелени и садовых ягодах и фруктах не нормируется. Однако, можно сравнить данные по удельной

Таблица 2 – Удельная активность ⁹⁰Sr в пробах основных дозообразующих продуктов, отобранных в зонах черноземных и серых лесных почв и подзолистых почв, Бк/кг

Вид продукта	ДУ*	Подзолистые почвы		Черноземные почвы	
		Среднее	Максимум	Среднее	Максимум
Говядина	-	0,02	0,02	0,02	0,03
Свинина	-	0,02	0,02	0,03	0,11
Молоко коровье	25	0,06	0,10	0,13	2,05
Молоко козье	25	0,14	0,18	0,39	1,98
Картофель	40	0,06	0,23	0,12	0,95
Рыба озерная	100	1,60	-	0,22	0,60
Рыба речная	100	0,82	-	0,32	1,24
Ягоды лесные	-	0,61	1,20	0,45	8,2
Грибы лесные	-	0,64	2,00	0,22	0,90

* ДУ – допустимый уровень содержания ⁹⁰Sr, Бк/кг согласно СанПиН 2.3.2.2650-10 [2]

Таблица 3 – Удельная активность техногенных радионуклидов А (¹³⁷Cs) и А (⁹⁰Sr) в пробах садово-огородной продукции, отобранных в зоне черноземных и серых лесных почв, Бк/кг

Вид продукта	Число проб	А (¹³⁷ Cs)		А (⁹⁰ Sr)	
		Среднее	Максимум	Среднее	Максимум
Яблоки, груши	40	0,15	0,49	0,07	0,18
Огурцы, помидоры	51	0,16	0,90	0,10	0,32
Садовая зелень	1	0,48	0,48	0,40	0,40
Лук репчатый	9	0,18	0,67	0,16	0,48
Капуста	41	0,28	0,90	0,23	0,86
Морковь	40	0,40	1,05	0,34	0,99
Свекла	23	0,36	0,94	0,28	0,99
Кабачок	50	0,25	0,69	0,14	0,44

активности техногенных радионуклидов в данных продуктах, представленные в таблице 3, с ДУ, установленными для их содержания в овощах и корнеплодах. В таком случае можно утверждать, что содержание техногенных радионуклидов в садово-огородной продукции, выращенной на территориях с преобладанием черноземных и серых лесных почв, на 1-2 порядка величины ниже установленных (рекомендованных) ДУ для данных радионуклидов.

В соответствии с МУК 2.6.1.1194-03 [5] для определения соответствия пищевых продуктов критериям радиационной безопасности используется показатель соответствия В и погрешность его определения ΔВ, значения которых рассчитывают по результатам измерений удельной активности ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs в пробе:

$$B = (\Delta A_{\text{уд}}/H)_{\text{Sr}} + (\Delta A_{\text{уд}}/H)_{\text{Cs}} \quad (1)$$

$$\Delta B = \sqrt{\left(\frac{\Delta A}{H}\right)_{\text{Sr}}^2 + \left(\frac{\Delta A}{H}\right)_{\text{Cs}}^2} \quad (2),$$

где: А_{уд} – измеренное значение удельной активности радионуклида в пробе, Н – допустимый уровень удельной активности радионуклида в испытуемом продукте, ΔА_{уд} – абсолютная погрешность измерения удельной активности при доверительной вероятности (Р = 0,95).

Пищевые продукты признаются соответствующими требованиям радиационной безопасности, если значение показателя соответствия с учетом погрешности его определения не превышает 1. Если содержание ⁹⁰Sr в продукте не нормируется, то оценку соответствия пищевого продукта требованиям радиационной безопасности выполняют только по содержанию в продукте ¹³⁷Cs. В таблице 4 представлены данные о природных пищевых продуктах, отобранных на территориях с преобла-

Таблица 4 – Удельные активности проб, для которых было зафиксировано превышение ДУ по содержанию ¹³⁷Cs и показатель соответствия превышал 1 (дерново-подзолистые песчаные и супесчаные почвы)

Вид продукта	А (¹³⁷ Cs), Бк/кг	Показатель соответствия	Общее число исследованных проб продукта	% от числа проб соответствующего продукта
грибы свежие	740	1,90	61	10
	850	2,20		
	430	1,10		
	750	1,95		
	450	1,20		
	470	1,20		
ягоды клюквы	170	1,40	4	50
	190	1,60		

Таблица 5 – Удельные активности проб, для которых было зафиксировано превышение ДУ по содержанию ¹³⁷Cs и показатель соответствия превышал 1 или приближался к данному значению (черноземные и серые лесные почвы)

Вид продукта	А (¹³⁷ Cs), Бк/кг	Показатель соответствия	Общее число исследованных проб продукта	% от числа проб соответствующего продукта
грибы маслята	330	0,86	201	1
	360	0,94		
мясо кабан	950	4,10	2	50
ягоды черники	410	3,30	71	4
	530	4,30		
	330	2,70		

данием дерново-подзолистых почв, для которых было выявлено превышение ДУ по содержанию ¹³⁷Cs и, следовательно, несоответствие продукта требованиям радиационной безопасности. Превышения были обнаружены в Волосовском районе Ленинградской области.

В таблице 5 представлены данные о природных пищевых продуктах, отобранных на территориях с преобладанием дерново-подзолистых почв, для которых было выявлено превышение ДУ по содержанию ¹³⁷Cs и, следовательно, несоответствие продукта требованиям радиационной безопасности. Превышения были обнаружены в Жиздринском и Ульяновском районах Калужской области.

Заключение

Результаты проведенного анализа показали, что как средние, так и максимальные значения удельной активности ⁹⁰Sr в пробах основных дозообразующих продуктов, отобранных в зонах черноземных и серых лесных почв, так и в зонах подзолистых почв, существенно меньше допустимых уровней, определенных для содержания данного радионуклида в соответствующем виде пищевого продукта. Максимальное значение удельной активности ⁹⁰Sr для проб, отобранных в зоне подзолистых почв, было обнаружено в пробах грибов из Ленинградской области и составило 2,0 Бк/кг. Максимальное значение удельной активности ⁹⁰Sr для проб, отобранных в зоне черноземных почв, было обнаружено в

пробах ягод черники из Калужской области и составило 8,2 Бк/кг.

Как средние, так и максимальные значения удельной активности ¹³⁷Cs в пробах основных дозообразующих продуктов сельскохозяйственного производства, отобранных как в зонах черноземных и серых лесных почв, так и в зонах подзолистых почв, существенно меньше допустимых уровней, определенных для содержания данного радионуклида в соответствующем виде пищевого продукта. Значения удельной активности ¹³⁷Cs в пробах озерной и речной рыбы, отобранных в водоемах в зонах черноземных, серых лесных почв и в зонах подзолистых почв, также существенно меньше допустимых уровней, определенных для содержания радионуклида в данном виде пищевого продукта.

Результаты проведенного исследования показали, что допустимые уровни содержания ¹³⁷Cs в пробах лесных ягод могут быть превышены как для ягод, отобранных в зонах подзолистых почв, так и отобранных в зонах черноземных и серых лесных почв. Максимальное значение удельной активности ¹³⁷Cs для проб, отобранных в зоне подзолистых почв, было обнаружено в ягодах клюквы из Ленинградской области и составило 190 Бк/кг. Показатель соответствия данной пробы пищевого продукта критериям радиационной безопасности составил 1,6, при допустимом по МУК 2.6.1.1194-03 [5] значении 1. Максимальное значение удельной активности ¹³⁷Cs для проб лес-

ных ягод, отобранных в зоне черноземных и серых лесных почв, было обнаружено в ягодах черники из Калужской области и составило 530 Бк/кг (показатель соответствия 4,3).

Максимальное значение удельной активности ^{137}Cs для проб грибов в зоне черноземных и серых лесных почв было обнаружено в маслятах, отобранных в Калужской области, и составило 360 Бк/кг, показатель соответствия при этом составил 0,94, величину, близкую к допустимому значению 1. Полученные результаты дают основание предположить, что в зонах черноземных и серых лесных почв могут быть случаи превышений допустимых уровней по содержанию ^{137}Cs в дикорастущих грибах. Максимальное значение удельной активности ^{137}Cs для проб грибов в зоне подзолистых почв было обнаружено в пробах, отобранных в Волоновском районе Ленинградской области и составило 850 Бк/кг (показатель соответствия 1,9).

В пробе мяса дикого кабана, отобранной в Калужской области, было обнаружено превышение допустимого уровня (300 Бк/кг), определенного для содержания ^{137}Cs в данном виде продуктов СанПиН 2.3.2.2650-10 [2]. Удельная активность ^{137}Cs составила 950 Бк/кг, значение показателя соответствия пищевого продукта требованиям радиационной безопасности составило 3,2.

Сравнение данных о закономерностях снижения содержания ^{137}Cs в сельскохозяйственных и природных пищевых продуктах со временем показывает, что вклад последних в формирование дозы внутреннего облучения населения растёт с течением времени после радиоактивных выпадений и может достигать 80% в отдаленный период после аварии. Полученные выводы могут быть использованы

для обоснования необходимости и объема обязательного радиационного контроля критических по радиоактивной загрязненности пищевых продуктов и ограничения контроля заведомо «радиационно-чистых» продуктов.

Библиографический список

1. Динамика радиоактивного загрязнения пищевых продуктов сельскохозяйственного производства и природного происхождения после аварии на Чернобыльской АЭС / В.Н. Шутов [и др.] // Радиационная гигиена. – 2008. – Т.1, № 3. – С. 25-30.

2. СанПиН 2.3.2.2650-10. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Доп. и изм. 18, доп. 19 к СанПиН 2.3.2.1078-01: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. – 28 с.

3. Методика выполнения измерений. Удельная активность цезия-137 и стронция-90 в пробах пищевой и сельскохозяйственной продукции, почвы и других объектов внешней среды. Свидетельство ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» Федерального государственного агентства по техническому регулированию и метрологии № 1730/08 от 08 декабря 2008 г. – 21 с.

4. Роль почвенно-климатических условий в формировании радиоактивного загрязнения грибов / М.В. Кадука [и др.] // Радиационная гигиена. – 2008. – Т.1, № 1. – С. 32-35.

5. МУК 2.6.1.1194–03. Радиационный контроль. Стронций-90 и цезий-137. Пищевые продукты. Отбор проб, анализ и гигиеническая оценка: Методические указания. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. – 32 с.

M.V. Kaduka, L.N. Basalajeva, T.A. Bekjasheva, S.A. Ivanov,
N.V. Salaskjina, V.V. Stupina

THE RESULTS OF RADIATION CONTROL OF THE FOODSTUFFS FROM CONTAMINATED TERRITORIES OF RUSSIAN FEDERATION IN THE REMOTE PERIOD AFTER THE ACCIDENT ON CHERNOBYL NPP

An article contains the results of investigation of ^{137}Cs and ^{90}Sr content in the main products of agricultural production and natural origin traditionally consumed by population of the territories, contaminated after the accident on Chernobyl NPP, sampled in the remote period after the Chernobyl accident from contaminated territories with different soil types. Investigations were carried out during 2010-2013 in the frames of Federal Program of Rospotrebnadzor. It is demonstrated that average and maximal ^{90}Sr specific activity values in the samples of the main dose-forming foodstuffs were much lower than corresponding permissible levels for this radionuclide for samples as from territories with black soils, so from territories with podzol soils. Average and maximal ^{137}Cs specific activity values in the samples of the main dose-forming agricultural foodstuffs and lake and river fish were as well much lower than corresponding permissible levels for this radionuclide for samples as from territories with black soils, so from territories with podzol soils. Permissible levels for ^{137}Cs specific activity value could be exceeded for the samples of forest berries, mushrooms and game as from the territories with podzol soil type, so for territories with black and forest grey soil type. Permissible levels for ^{137}Cs specific activity value could be exceeded for the samples of forest berries, mushrooms and game as from the territories with podzol soil type, so for territories with black and forest grey soil type.

Key words: artificial radionuclides, permissible levels, accident on Chernobyl NPP, radiochemical analysis

Поступила 16.03.2018