

Проект международной технической помощи
«Развитие потенциала сети семейных клубов в Чернобыльской зоне с
целью улучшения социально-экономического положения»,
финансируемый Европейским союзом

Общественная организация
«Белорусский зеленый крест»

Радиоэкология

Минск, 2016



Данная публикация была подготовлена при поддержке Европейского союза. Ответственность за содержание данной публикации несёт общественная организация «Белорусский зелёный крест», и она ни в коей мере не отражает точку зрения Европейского союза.

Содержание

Что такое радиоактивность?	5
Радиация в Беларуси: масштабы и последствия катастрофы на Чернобыльской АЭС	8
Республиканская система радиационного контроля	14
Как уменьшить содержание радионуклидов в овощных и плодово-ягодных культурах, выращиваемых на приусадебных участках	18
Как уменьшить содержание радионуклидов в продуктах питания?	22
Литература	28

Дорогие читатели!

Книга, которую Вы держите в руках, возможно, ответит на ряд вопросов о радиации и радиационной безопасности. Из нее Вы узнаете о том, как уменьшить опасность, вызванную радиационным загрязнением местности. Вы получите советы о том, как вырастить «чистые» овощи и фрукты, как определить уровень радиационного загрязнения продуктов питания, как очистить целый ряд продуктов питания от радионуклидов в процессе кулинарной обработки, какие безопасные нормативы содержания радионуклидов установлены для основных продуктов питания. Данная памятка направлена на решение проблем семьи, связанных со снижением качества жизни ее членов.

Мы хотим пожелать Вам и Вашим семьям здоровья, терпения и понимания, что только Ваши усилия помогут обеспечить здоровье и восстановить его, если оно уже нарушено. Мы надеемся, что Вы информация окажется полезной, и наши советы помогут Вам решать хотя бы часть Ваших проблем.

С уважением, авторы

Что такое радиоактивность?

Мельчайшими частицами, из которых состоит любое вещество, являются атомы, входящие в состав молекул. Атом состоит из ядра и вращающихся вокруг него электронов. Если сравнить атом с видимой природой, то атом – это солнечная система, где тяжелое ядро – это солнце, а электроны – это планеты.

Процесс радиоактивности именно и связан с превращениями, происходящими в «солнышке», т.е. в ядре атома. Ядро состоит из положительно заряженных частиц – протонов и нейтронов, которые не имеют электрического заряда, т. е. нейтральны. Нейтроны поддерживают устойчивость ядер.

При определенных соотношениях протонов и нейтронов, ядра атомов химических элементов, содержащих большое количество протонов и нейтронов, теряют свою устойчивость. Например, если нейтронов очень много, они превращаются в протоны или, наоборот, если протонов слишком много, они способны превращаться в нейтроны.

И в том, и в другом случае образуется ядро нового химического элемента. Этот процесс сопровождается испусканием из ядра бета-частиц, представляющих из себя обычные электроны, либо позитроны, во всем подобные электронам, но, в отличие от них, заряженные положительно.

Процесс испускания из ядра элемента бета-частиц называется бета-излучением.

Еще один вид радиоактивного распада – это испускание из ядер так называемых альфа-частиц. Эти частицы состоят из двух протонов и двух нейтронов, т.е. по своему строению представляют собой ядра легкого элемента гелия. Испускание из ядра альфа-частиц называется альфа-излучением. При радиоактивном распаде выделяется энергия, которая передается альфа и бета-частицам. Но довольно часто эти частицы уносят не всю энергию распада. В этом случае возбужденное ядро способно выделять энергию в виде гамма-квантов, которая в отличие от рассмотренных ранее альфа- и бета-излучений представляет собой не частицу, а порции энергии излучения (типа рентгеновского) с определенной длиной волны.

Таким образом, процесс радиоактивного распада – это процесс превращения неустойчивых ядер радиоактивных элементов в ядра других элементов (радиоактивных и нерадиоактивных), сопровождающийся альфа-, бета- и гамма-излучением.

Для каждого радиоактивного элемента существует совершенно определенное время, за которое распадается половина всех исходных

ядер радиоактивного элемента. Это время называется периодом полураспада. Так, например, у цезия-137 период полураспада 30 лет, у стронция-90 – 29,12 года, у йода-131 – 8,05 дня, а у плутония-239 – 24 390 лет.

Единицы измерения радиоактивности

Радиоактивность (активность) измеряется в количестве распадов ядер радиоактивного элемента в одну секунду. Эта единица называется Беккерель (Бк). Один Беккерель – это один распад в секунду.

Так, например, если радиоактивность образца (молоко, грибы, ягоды) составляет 100 Бк, то это значит, что в этом образце происходит 100 распадов ядер находящегося в образце радиоактивного элемента в каждую секунду. Иногда используется также старая единица радиоактивности – Кюри (Ки). Один Ки – это радиоактивность 1 градия, в котором в каждую секунду происходит 37 млрд. распадов ($1 \text{ Ки} = 37 \text{ млрд. Бк.}$).

Дозы облучения



Дозиметр - прибор для измерения экспозиционной дозы

Экспозиционная доза характеризует радиационную обстановку на местности и характеризуется количеством энергии гамма-излучения, затраченной на ионизацию одного килограмма воздуха и измеряется в кулонах на килограмм (кулон – единица измерения количества электричества). Другая старая единица измерения экспозиционной дозы – это всем известный рентген (Р). При этом $1 \text{ Ки/кг} = 3876 \text{ Р.}$

Если экспозиционная доза характеризует радиационную обстановку на местности, то поглощенная доза – это энергия ионизирующего излучения, переданная единице массы вещества.

При привязке к человеческому организму – это энергия ионизирующего излучения, переданная единице массы человеческого тела. Единица измерения поглощенной дозы – грей (Гр). Один грей соответствует поглощению одного джоуля (Дж) энергии в килограмме облученного вещества. Старая единица поглощенной дозы – рад. $1 \text{ Гр} = 100 \text{ рад.}$

С учетом пересчета всех видов излучений на гамма-излучение и на различное восприятие различных органов человека для поглощённой дозы (эффективная эквивалентная доза) вводится единица измерения, называемая Зиверт – 1 Зиверт (Зв)=100 бэр.

Один бэр – это биологический эквивалент рентгена (упрощённо – один рентген в человеческом организме).

В очень грубом приближении можно принять, что

$$1\text{Зв}=1\text{Гр}=100\text{рад}=100\text{бэр}=100\text{Р}$$

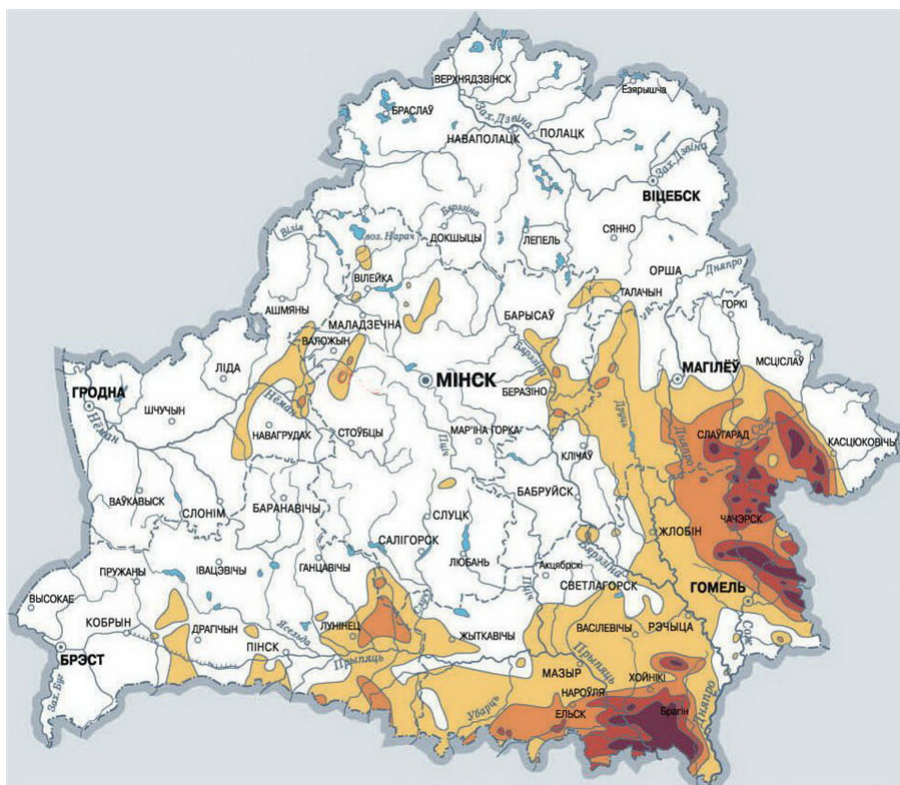
Коллективная доза – это доза облучения, воспринимаемая коллективом людей, подвергнутых облучению.

Ожидаемая доза – это доза, которая воспринимается по истечению определённого времени.

Мощность дозы – это доза облучения, воспринимаемая в единицу времени, например, Р/час (рентген в час).

Радиация в Беларуси: масштабы и последствия катастрофы на Чернобыльской АЭС

Катастрофа на Чернобыльской АЭС нанесла громадный ущерб природной среде. Результатом этой катастрофы явилось радиоактивное загрязнение цезием-137 более 37 кБк/м² (1 Ки/км²) территории 18 областей Украины (4,8% общей территории), 18 областей России (0,5% общей территории) и 23% территории в 5 областях Беларуси. В настоящее время площадь территории с уровнем загрязнения цезием-137 свыше 37 кБк/м² составляет 14,5% и стронцием-90 свыше 5,55 кБк/м² – 6,2% от общей площади Республики Беларусь. Прогноз плотности загрязнения на 2016 год и на 2046 год показывает, что загрязнение сохранится только в трёх областях – Брестской, Могилевской и Гомельской. Ожидается, что площадь загрязненной территории уменьшится по сравнению с 1986 годом в 2016 году в 1,5 раза, а в 2046 году в 4 раза.

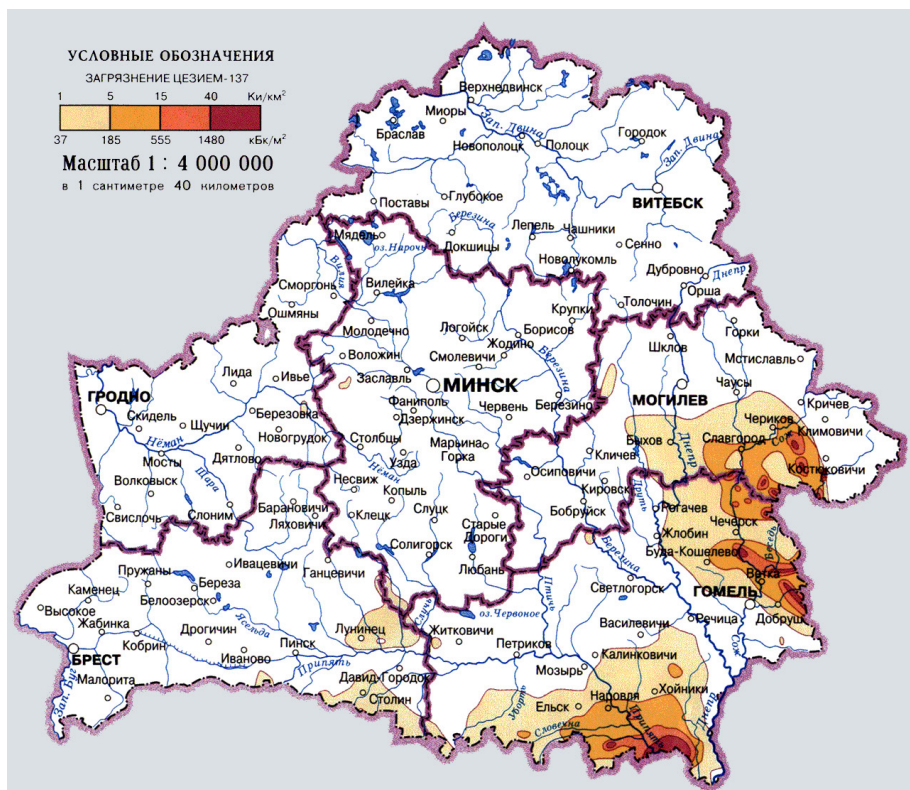


Карта загрязнения территории Беларуси цезием-137 по состоянию на 1986 г.

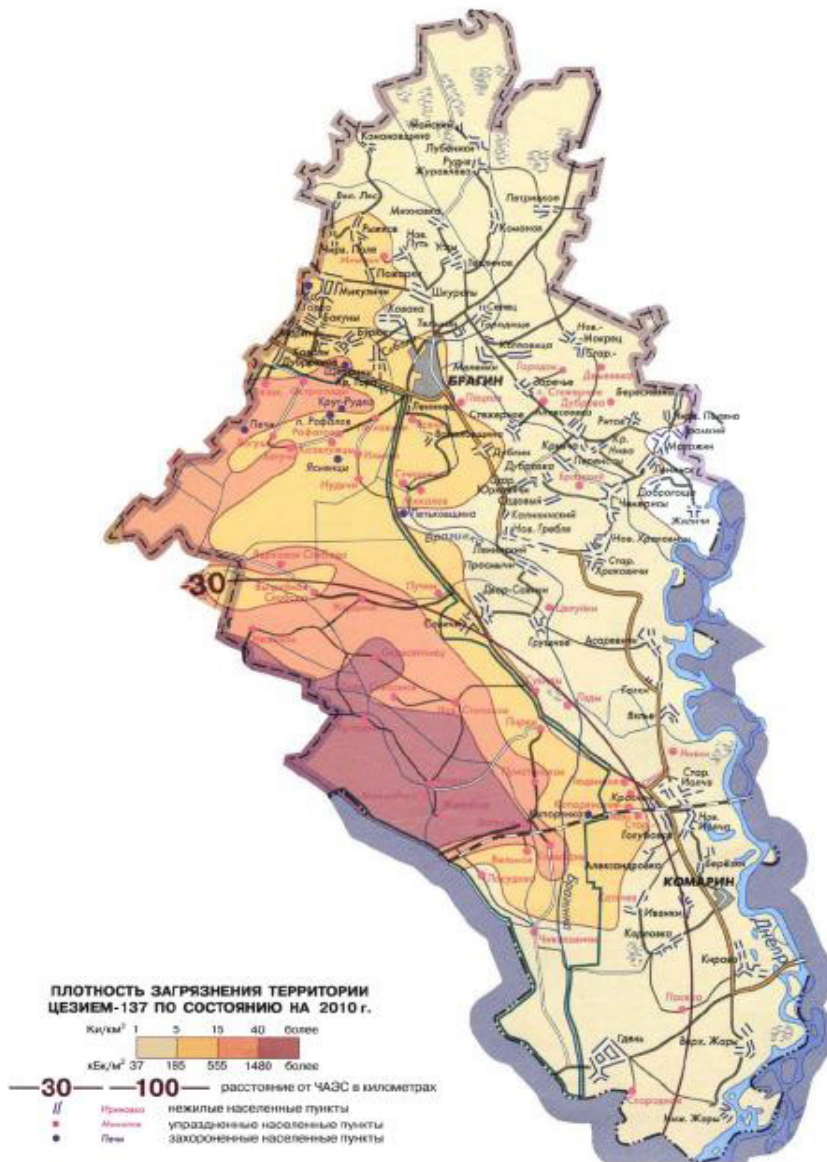
На момент катастрофы на территориях Беларуси, загрязнённых более 37 кБк/м² (1 Ки/км²), в 3221 населённом пункте проживало 1 840 951 человек (из них 483 369 детей), действовало 811 детских дошкольных учреждений, 911 общеобразовательных школ, 78 профтехучилищ, 19 школ-интернатов. В 1990 г. 252 тыс. га сельхозугодий было исключено из землепользования. В зоне радиоактивного загрязнения находилось 1,8 млн. га сельхозугодий и столько же лесов.

Прекратили хозяйственную деятельность более 50 колхозов и совхозов, около 300 объектов народнохозяйственного комплекса, свыше 600 школ и детских садов, около 100 больниц, свыше 500 объектов торговли, общественного питания и бытового обслуживания. Отселено в целом 400 населённых пунктов, выселено более 135 тысяч человек.

По расчетам того времени суммарный ущерб Беларуси от аварии на ЧАЭС за 1986-2015 гг. прогнозировался в размере 235 млрд. долларов США, это 32 годовых бюджета республики 1990 г.



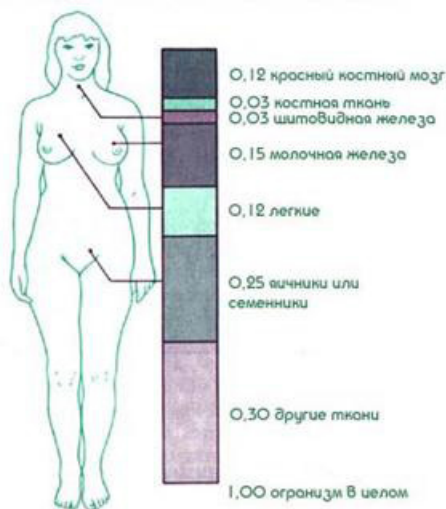
Карта предполагаемого загрязнения территории Беларуси цезием-137 по состоянию на 2016 г.



Карта плотности загрязнения территории Брагинского района цезием-137 по состоянию на 2010 год

После аварийного выброса основная часть радионуклидов аккумулировалась в верхнем слое почвы, который является главным источником поступления радионуклидов в сельхозпродукцию. Вертикальная миграция радионуклидов мала, поэтому радиоактивное загрязнение продуктов питания будет сохраняться.

Анализ результатов измерений на содержание цезия-137 в продуктах питания, произведенных в личных подсобных хозяйствах (ЛПХ), дарах леса, дичи и рыбы местного улова показывает, что до сих пор 15-20% продуктов вышеперечисленных продуктов имеют содержание радионуклидов выше допустимых уровней. При этом лишь примерно в 5% проб молока и молочных продуктов из ЛПХ количество радионуклидов превышает допустимые нормы. Пробы лесных грибов и ягод, а также дичи показывают превышение порядка 20%.



Коэффициенты радиационного риска для тканей и органов человека при равномерном облучении всего тела

Таким образом, главную дозовую нагрузку (~90%) жители загрязнённых радионуклидами регионов получали и до сих пор могут получить за счёт потребления продуктов питания местного производства (из ЛПХ) или неизвестного происхождения (дары леса, дич, рыба), содержащих радионуклиды цезия-137 и стронция-90.

В целях безопасности в республике сразу после аварии начала создаваться государственная сеть радиационного контроля продуктов питания. Пункты радиационного контроля первоначально располагались в областных и районных центрах, на предприятиях производства и переработки продуктов питания. Выездной забор санитарными службами Минздрава продуктов питания у отдельных граждан в сёлах был малочислен и потому малодостоверен. Очевидно, что на тот момент существовала объективная необходимость создания местных центров радиационного контроля на селе для информирования сельских жите-

лей о качестве их продуктов питания.

Сегодня контроль содержания радионуклидов в продуктах питания осуществляют центры гигиены, эпидемиологии общественного здоровья разных уровней (районные, областные, республиканский). В Брагинском районе продукты можно проверить в санстанции, ветлечебнице, а также в центре практической дозиметрии в Иолче.

Защита здоровья человека от радиации ведется по четырем направлениям:

- осуществление мер в цикле сельскохозяйственных технологий, направленных на снижение перехода радионуклидов из почвы в растение (окультуривание пастбищ и сенокосов, известкование кислых почв, внесение калийных и фосфорных удобрений и др.);
- снижение содержания цезия-137 в основном дозообразующем продукте – молоке – за счёт скармливания дойным коровам комбикормов с сорбентами, снижающими содержание радионуклидов в молоке в 2-3 раза, применение сепараторов молока и др.;
- обеспечение детей, беременных женщин (группа риска) чистыми продуктами питания и пищевыми добавками с витаминами, повышающими общую резистентность и антиканцерогенную устойчивость организма и ускоряющими вывод радионуклидов, тяжёлых металлов и нитратов из их организма;
- принятие нового образа жизни в Чернобыльских регионах, обучение родителей, медицинских работников, учителей, школьников, внедрение в семьи экологической грамотности по мерам защиты семьи.

Современная радиационная медицина установила, что коллективная доза облучения увеличивает риск появления онкологических и других заболеваний. По данным ученых Гомельского медицинского института за счёт продуктов питания с высоким содержанием радионуклидов происходит их неравномерное накопление во внутренних орга-



Измерение содержания радионуклидов в продуктах питания



Измерение внутреннего содержания радиации на СИЧ

нах, прежде всего, в печени, почках, эндокринных железах, что приводит к нарушению метаболических процессов в организме. Изменения состояния жизненно важных органов у детей наступают при накоплении цезия-137 в их организме 30-50 Бк/кг. Поэтому условной нормой содержания радионуклидов в организме детей считается до 20 Бк/кг.

Измерения на спектрометре излучения человека (далее – СИЧ) эффективности вывода радионуклидов из детского организма во время оздоровления показывают, что при отдыхе в чистых регионах или за рубежом и применении энтеросорбентов содержание цезия-137 уменьшается за 20-25 дней на 40-50%, при оздоровлении на загряз-

нённых территориях – на 20-25%.

В основе радиационной защиты населения в мире принят принцип минимизации коллективной дозы облучения. Поскольку ущерб здоровью детей зависит от дозовой нагрузки за весь год, то принцип радиационной защиты должен базироваться на минимизации коллективной дозы облучения в период проживания на загрязнённых радионуклидами территориях. Так 1-2 месяца в году проживания на чистых территориях и питания чистыми продуктами лишь на 10-15% уменьшает годовую радиационную нагрузку на детский организм.

Через 5-10 дней после возвращения домой из радиоактивно чистых районов при питании молоком с содержанием цезия-137 50-90 Бк/л, грибами (в супе, жареные) – 3000-5000 Бк/кг, черникой, малиной – 1000-2000 Бк/кг в детском организме накопление цезия-137 достигает 30-40 Бк/кг веса ребёнка. Практически эффект оздоровления сводится на нет.

Создание системы радиоэкологической защиты здоровья детей в семьях Чернобыльских регионов за счёт полной информированности о качестве продуктов питания, экологического воспитания, образования, обучения матерей и их детей, радиационной и медицинской реабилитации, введения пищевых добавок-энтеросорбентов в режим питания детей позволит существенно снизить риск для здоровья детей.

Для обеспечения безопасности проживания жители сами должны включиться в активную радиационную защиту, принять новый уклад жизни. Очень важно иметь знания по радиационной защите, что подтвердили наблюдения за членами семейного клуба «Скородняночка» в д. Скородное (Ельский р-н Гомельской области), чьи дозовые нагрузки снизились почти в двое по сравнению со средним показателем у односельчан через год после проведения образовательной программы, а также наблюдения за семьями учителей, радиометристов в д. Ольманы (Столинский р-н Брестской области), чьи дозовые нагрузки стали в несколько раз ниже, чем в среднем у их односельчан.

Республиканская система радиационного контроля

В настоящее время на территории РБ действуют «Республиканские допустимые уровни содержания цезия-137 и стронция-90 в сельскохозяйственном сырье и кормах» (РДУ-99). Нормированию подлежат следующая продукция:

Таблица 1. Нормы содержания радионуклидов в пищевых продуктах (РДУ 99), цезий-137

	Наименование продукта	Бк/кг, Бк/л
1	Вода питьевая	10
2	Молоко и цельномолочная продукция	100
3	Молоко сгущённое и концентрированное	200
4	Творог и творожные изделия	50
5	Сыры сычужные и плавленые	50
6	Масло коровье	100
7	Мясо и мясные продукты, в том числе: говядина, баранина и продукты из них свинина, птица и продукты из них	500 180
8	Картофель	80
9	Хлеб и хлебобулочные изделия	40
10	Мука, крупы, сахар	60
11	Жиры растительные	40
12	Жиры животные и маргарин	100
13	Овощи и корнеплоды	100
14	Фрукты	40
15	Садовые ягоды	70

16	Консервированные продукты из овощей, фруктов и ягод садовых	74
17	Дикорастущие ягоды и консервированные продукты из них	185
18	Грибы свежие	370
19	Грибы сушеные	2500
20	Специализированные продукты детского питания в готовом для употребления виде	37
21	Прочие продукты питания	370

Таблица 2. Нормы содержания радионуклидов в пищевых продуктах (РДУ 99), стронций-90

	Наименование продукта	Бк/кг, Бк/л
1	Вода питьевая	0,37
2	Молоко и цельномолочная продукция	3,7
3	Хлеб и хлебобулочные изделия	3,7
4	Картофель	3,7
5	Специализированные продукты детского питания в готовом для употребления виде	1,85

Для продуктов питания, потребление которых составляет менее 5 кг/год на человека (специи, чай, мед и др.), устанавливаются допустимые уровни в 10 раз более высокие, чем величины для прочих пищевых продуктов.

К специализированным продуктам детского питания относятся продукты промышленного производства, вырабатываемые по нормативной документации на продукты детского питания и имеющие специальную маркировку, а также продукция детских молочных кухонь.

Для колбасных, мясных изделий и мясных консервов, в рецептуре которых входит конина, мясо диких животных, устанавливаются величины как для говядины.

Для макаронных изделий устанавливаются величины как для хлеба и хлебобулочных изделий.

Все производимые в республике продукты питания подвергаются процедуре проверки и на реализацию поступают только те, что соответствуют нормам. Продукция, которая не прошла контроль, поступает на переработку с целью снижения содержания радионуклидов до допустимых уровней, в противном случае утилизируется.

Приведенные в таблицах 1 и 2 данные должны быть хорошо известны населению, так как с ними сопоставляются результаты измерений содержания активности в приносимых на анализ жителями продуктах питания.

В этой связи следует отметить, что в соответствии со статьей 11 Закона Республики Беларусь «О социальной защите граждан, пострадавших от катастрофы на Чернобыльской АЭС» граждане Республики Беларусь имеют право на получение полной, своевременной и достоверной информации об уровнях загрязнения территории радиоактивными веществами, о степени загрязненности радионуклидами продуктов питания и других товаров народного потребления, о требованиях режима радиационной безопасности.

Некоторые контрмеры по снижению радионуклидов в продуктах питания

Снижение уровня радионуклидов в сельскохозяйственной продукции и продуктах питания начинается с осуществления контрмер в цикле сельскохозяйственных технологий, направленных на снижение перехода радионуклидов из почвы в растение, и снижение содержания цезия-137 в молоке, мясе и производных продуктах.

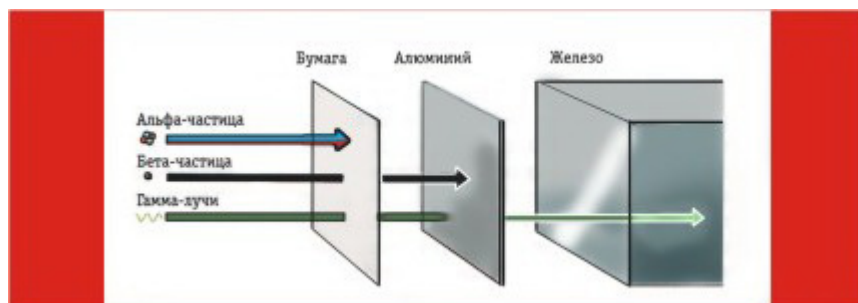
Одной из актуальных и эффективных контрмер является внесение удобрений, которые блокируют переход радионуклидов из почвы в растения. Не менее важной контрмерой является грамотный подбор овощных культур, которые можно производить на определенной территории. Например, бобовые нежелательно высаживать на территории с наибольшим уровнем загрязнения, так как эти культуры больше всего накапливают в себе радионуклиды цезия. Капустные – накапливают в наименьшей степени, поэтому капустные культуры можно производить на самых загрязненных территориях.

Что касается животноводческой отрасли, то здесь очень важной контрмерой является введение пирацина в качестве добавки в корм животным, что позволяет снизить содержание радионуклидов в конечной продукции до 10 раз, в частности, в молоке коров содержание цезия уменьшается до 10 раз.

Не менее важной мерой является грамотная дифференциация использования продукции и переориентация производства. Например, зерно, не соответствующее нормам для употребления в качестве продуктов питания, может быть использовано для корма животным: в свиноводстве, птицеводстве. Таким образом, коллективную дозу радиации можно существенно сократить – до 30 раз. При этом использование загрязненных кормов мясном производстве, а не молочном, позволяет сократить коллективную дозу до 40 раз.

Более высоким уровнем контроля является переработка. Масло, крема, сыры, а также продукты переработки мяса содержат существенно меньше радионуклидов по сравнению с исходным сырьем. Как результат, конечная продукция соответствует допустимому уровню содержания радионуклидов.

В заключение следует отметить, что лишь комплексный подход к контролю и применению контроля, направленных на снижение радионуклидов в продуктах питания может дать ощутимые результаты. Поэтому в сельской местности, где рацион питания составляют в большей степени продукты собственного хозяйства, следует проводить серьезную работу по информированию населения по данному направлению.



Как уменьшить содержание радионуклидов в овощных и плодово-ягодных культурах, выращиваемых на приусадебных участках

В районах республики, загрязненных радионуклидами, главной задачей в растениеводстве является производство приемлемых по содержанию радионуклидов продуктов питания, что требует проведения ряда агротехнических и агрохимических мероприятий. Защитные мероприятия позволяют многократно снизить поступление радионуклидов в сельскохозяйственную продукцию и повысить урожай.

Подбор культур и сортов с минимальным накоплением радионуклидов является наиболее дешевым и доступным средством снижения поступления радионуклидов из почвы в урожай.

По уровню накопления радионуклидов огородные культуры можно расположить в следующем порядке (по убывающей): щавель, фасоль, бобы, горох, редис, морковь, свекла столовая, картофель, чеснок, перец сладкий, лук, томаты, кабачки, огурцы, капуста.

На участках с плотностью загрязнения радиоцезием более 20 Ки/км² необходимо исключить выращивание бобовых культур (горох, бобы, фасоль), столовой свеклы, лука, томатов, моркови, чеснока и зеленных культур. Не рекомендуется производить посев щавеля на почвах загрязненных цезием-137 свыше 5 Ки/км².

Среди плодово-ягодных культур больше накапливают радионуклиды, в силу своих биологических особенностей, ягоды красной и черной смородины, крыжовника, меньше – земляники садовой, золотистой (белой) смородины, клубники, малины, плоды яблони, груши, вишни, сливы, черешни. Необходимо регулярно проводить омолаживание посадок ягодных кустарников.

Разные сорта одних и тех же растений могут отличаться по степени поглощения радиоактивных веществ из почвы в 2-3 раза. По уровню накопления радиоцезия сорта различных овощных культур можно расположить следующим образом (по убывающей):

- огурцы – Изящный, Родничок, Либелла, Гибрид-25, Гелиос, Дальневосточный, Декан;
- томаты – Перамога, Доходный, Раница, Белый налив, Отрадный;
- капуста – кольраби, цветная, брокколи, белокочанная, краснокочанная;
- капуста белокочанная – Русиновка, Бартлан, Мара;

- морковь – Нантская, Золотистая, Карлена, Витаминная, Ленка.

Наименьшее загрязнение клубней картофеля радионуклидами наблюдается у сортов Аксамит, Альтаир, Сантэ и Синтез.

При подборе сортов на приусадебном участке необходимо придерживаться правила – раннеспелые сорта накапливают меньше радионуклидов, чем позднеспелые сорта.

К числу важных мероприятий, обеспечивающих снижение поступления радионуклидов в растения, можно отнести известкование и применение удобрений. Внесение доломитовой муки или извести является эффективным способом снижения поступления радионуклидов стронция-90 и цезия-137 из почвы в растения. Данный прием обеспечивает снижение поступления радионуклидов в урожай в пределах 1,5-3 раз в зависимости от типа почв и степени кислотности. На огороде или садовом участке рекомендуется вносить один раз в 4-5 лет доломитовую муку в дозах 40-50 кг на 1 сотку. Применение золы, получаемой из местных видов топлива, в качестве мелиоранта, на территориях с плотностью загрязнения радиоцезием свыше 5 Ки/км² и радиостронцием более 0,15 Ки/км² запрещается, так как она вызывает дополнительное загрязнение почвы. Концентрация радионуклидов после сжигания исходного материала увеличивается в золе в 20-30 раз. На загрязненных территориях зола подлежит сбору и захоронению на глубину не менее 0,5 м в специально отведенных местах.

Применение удобрений должно быть направлено на получение стабильных урожаев и на снижение поступления радионуклидов в продукцию (табл.1).

Таблица 1. Дозы минеральных и органических удобрений под основные огородные культуры (кг на 100 м²)

Наименование культуры	Дозы минеральных удобрений				Органические удобрения (навоз, компост)
	Азотные		Фосфорные суперфосфатные	Калийные, Хлористый калий	
	рекомендуемые	максимальные			
зелёные культуры, тыква, кабачки, патиссоны	0.7-0.8	1.3	2.5-3.0	0.8-1.5	400

капуста	1.5-1.7	2.6	2.5-3.5	1.5-2.5	700
огурцы	1.5-1.7	2.0	4.0-5.0	2.0-3.0	1200
столовые корнеплоды	1.7-1.9	2.6	3.0^1.0	2.0-3.0	400
лук и чеснок	1.3-1.5	2.0	2.0-3.0	2.5-3.5	400
томаты	1.9-2.2	2.6	3.0-4.0	1.5-2.5	400
картофель	1.0-1.5	2	2.0-3.0	2.0-3.0	600

Использование повышенных доз калийных и фосфорных удобрений существенно уменьшает поступление радиоцезия и радиостронция из почвы в растения, особенно на бедных калием и фосфором почвах.

При использовании аммиачной селитры или сульфата аммония дозы необходимо увеличить в 1,3 или 2,2 раза, соответственно.

Важная роль отводится регулированию азотного питания растений. При недостатке доступного азота в почве снижается урожай, и концентрация радионуклидов в продукции несколько повышается. С другой стороны, повышенные дозы азотных удобрений усиливают накопление радионуклидов в растениях, поэтому не следует превышать максимально-допустимые дозы азотных удобрений (табл. 1.)

Весьма эффективными в плане снижения загрязнения урожая радионуклидами и нитратами показали себя новые формы медленнодействующих удобрений – карбамида и сульфата аммония с добавками гуматов и других биологически активных компонентов, выпускаемых Гродненским ПО “Азот”.

Применение органических удобрений также уменьшает переход радионуклидов из почвы в растения. На приусадебном участке необходимо задействовать все источники обогащения почв органическим веществом – навоз, солому, перегной, зеленые удобрения и торф. Однако необходимо ограничивать применение органических удобрений с активностью, превышающей активность почвы приусадебного участка.

На переход радиоактивных веществ в растения существенно влияет механический состав почв. Если Вам предоставляется возможность выбора участка для посадки огородных культур с одинаковой степенью загрязнения радионуклидами, то лучше отдать предпочтение суглинистым и супесчаным почвам. Песчаные и торфяно-болотные почвы имеют очень высокую способность отдавать радионуклиды растениям.

Учитывая то, что продукция, получаемая в загрязненной зоне уже является экологически небезопасной, на приусадебных участках целесообразно применять биологические методы и народные средства защиты растений (настои и отвары трав).

Вся сельскохозяйственная продукция, производимая в личных подсобных хозяйствах, расположенных на загрязненных территориях, должна проходить радиологический контроль в лабораториях системы Минсельхозпрода Республики Беларусь. Перед употреблением в пищу продукцию овощных и плодово-ягодных культур необходимо тщательно мыть и чистить.

Как уменьшить содержание радионуклидов в продуктах питания?

90% дозы облучения – это внутреннее облучение за счет цезия-137 и стронция-90, попадающего из почвы в продукты питания.

Через продукты питания по «пищевым цепочкам» «почва – растения – животные – мясомолочные продукты – человек», либо «почва – растения – человек» радиоактивные элементы попадают из почвы в человеческий организм и обуславливают внутреннее облучение различных органов и тканей, существенно увеличивая предрасположенность органов к различным заболеваниям или напрямую вызывая их. Вертикальная миграция радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в почве невелика, и они сейчас располагаются в основном в пределах прикорневого слоя и легко переходят в растения, что особенно характерно для почв белорусского Полесья.

Это обуславливает загрязнение радионуклидами растениеводческой и лесной продукции. Здесь часто имеют место случаи превышения республиканских допустимых уровней её загрязнения. Для преодоления этого, наряду с защитными мерами в сельском хозяйстве, нужно повышать «радиационную» культуру населения, информированность, проводить постоянный контроль некоторых продуктов. Хочется подчеркнуть, что специалистов больше всего тревожит именно частный сектор. Ведь на мясоперерабатывающих и молочных предприятиях налажен строжайший контроль, и здесь нет никаких опасений по вопросу качества продуктов, приобретаемых через сеть магазинов. В связи с этим, необходимо дать некоторые практические рекомендации жителям загрязненных радионуклидами территорий.



Засолка и маринование – эффективный способ снизить содержания радионуклидов в овощах

Промывка картофеля, томатов, огурцов в проточной воде уменьшает степень загрязнения этих продуктов в 5 раз. Удаление кроющих

листьев капусты – до 40 раз. Срезание венчика корнеплода со свеклы, моркови – в 15-20 раз. Квашение, маринование приводят к дополнительному снижению радиоактивных веществ в овощах и фруктах. Перед обработкой их следует тщательно промыть в двух-трех водах. Желательно перед последней промывкой овощей воду подкислить уксусом. Рассолы, маринады использовать в пищу не рекомендуется.

Весьма эффективным средством снижения загрязнения является сепарация молока с переработкой его в сливки и последующим их разведением до



Процесс отделения сливок при помощи сепаратора

уровня жирности исходного продукта. Эта «операция» позволяет снизить загрязнение молока более чем в 10 раз. Необходимо добиваться того, чтобы сепараторы молока были установлены во всех населенных пунктах, откуда поступает информация о высоких уровнях его загрязнения. При переработке молока на сливки, творог и сметану содержание цезия-137 в продукте уменьшается в 4-6 раз. При переработке на сыр (сычужный), сливочное масло – в 8-10 раз. А на топленое масло – в 90-100 раз! При этом сыворотку надо исключить из употребления в пищу.

Цезий-137 и стронций-90 в организме животных распределяется неодинаково. Уровень загрязнения костей цезием намного ниже, чем мягких тканей. Концентрация цезия-137 в мясе молодняка выше, чем у взрослых животных. Что касается стронция-90, то он, наоборот, накапливается в костях, из которых выводится чрезвычайно медленно. Содержание радиоактивных веществ значительно меньше в свинине, чем в говядине или мясе диких животных. Можно существенно снизить уровень радиоактивного загрязнения мяса путем его засолки в рассоле. Наибольший эффект достигается при предварительной нарезке мяса на куски и последующем посоле при многократной смене рассола. При этом цезий-137 переходит в рассол. Извлечение радионуклидов из мяса возрастает с увеличением длительности его вымачивания (не менее 12 часов), а также при его измельчении. Однако надо иметь в виду, что при промывке сильно измельченного мяса может быть большая потеря питательных веществ, поэтому, чтобы предотвратить вымывание жиров, в соляной раствор целесообразно добавлять немного уксусной эссенции или аскорбиновой кислоты.

Сало и жир содержит меньше радионуклидов, чем другие продукты животноводства. При его перетопке 95% цезия-137 остаётся в

шкварке, а жир становится практически чистым. Снизить концентрацию радиоактивных веществ в мясе можно также и при помощи варки, но с обязательным удалением отвара (бульона) после 8-10-минутного кипячения.

При обычной варке из мяса, а также из печени и легких, в бульон переходит примерно 50% стронция и цезия, а из костей – до 1%. Это необходимо учитывать хозяйкам при приготовлении первых блюд на мясокостном бульоне. В яйцах же радионуклиды концентрируются в основном в скорлупе, меньше всего их в желтке. Поэтому лучше всего употреблять не отварные яйца, а в виде омлетов, яичниц, в кондитерских изделиях.

Рыбу рекомендуется ловить в реках и проточных водоемах. Загрязнение рыб цезием-137 зависит от места их обитания. Так, наиболее загрязненными являются придонные и хищные рыбы – карась, линь, окунь, щука, карп, сом и другие. Наименее загрязненными - обитатели верхних слоев воды: плотва, лещ, судак, голавль и др. Перед приготовлением рыбу следует тщательно очищать, вымывать и обязательно удалять голову, плавники и внутренности.

Охотникам необходимо знать, что мясо лесной дичи очень часто загрязнено радионуклидами выше допустимых уровней. Поэтому при охоте надо строго следовать правилам, установленным в зависимости от степени загрязнения территории. При этом, даже на территориях с низким уровнем загрязнения обязательна проверка мяса дичи в соответствующих лабораториях на содержание в нем радионуклидов. По степени убывания радионуклидов в мясе основных охотничьих видов диких животных их можно расположить в следующем порядке: кабан, косяля, заяц, лось.

Если говорить о грибах, произрастающих в лесах на загрязненных территориях, то они в большинстве случаев очень активно накапливают радионуклиды. По степени накопления цезия-137 основные виды съедобных грибов подразделяются на 4 группы:

I – *грибы-аккумуляторы* (чрезвычайно сильно накапливающие радионуклиды): польский гриб, горькуша, краснушка, моховик желто-бурый, рыжик, масленок осенний, козляк, колпак кольчатый;



Польский гриб



Масленок



Моховик



Свинushка

II – *грибы, сильно накапливающие радионуклиды*: подгруздок черный, лисичка желтая, волнушка розовая, груздь черный, зеленка, подберезовик;



Рядовка Белый гриб Лисичка Подосиновик Подберезовик Сыроежка

III – *грибы, средне накапливающие радионуклиды*: опенок осенний, белый гриб, подосиновик, подзеленка, сыроежка обыкновенная;

IV – *грибы дискриминаторы радионуклидов* – в эту группу включены виды, отличающиеся наименьшим накоплением, к которым относятся строчок обыкновенный, рядовка фиолетовая, шампиньон, дождевик шиповатый, сыроежка цельная и буреющая, зонтик пестрый, опенок зимний и вешенка.



Зонтичный гриб Строчок Дождевик Опенок

Различий в содержании цезия-137 в молодых и старых грибах не установлено. Тем не менее рекомендуется брать молодые грибы, так как в старых могут накапливаться еще и ядовитые вещества.

Собранные грибы перед приготовлением необходимо очистить от прилипших частиц лесной подстилки, мха, почвы; у некоторых грибов необходимо снять со шляпки кожицу. Грибы обязательно следует тщательно вымыть.

Действенным способом снижения содержания цезия-137 в грибах является их отваривание с последующим сливом воды. После отваривания в течение 15 минут удельная активность цезия-137 снижается в 2-5 раз по сравнению с исходной, а каждая последующая обработка со сменой воды способствует дальнейшему снижению концентрации цезия-137 в плодовых телах грибов.

При сушке грибов содержание радионуклидов в них не снижается, поэтому сушить нужно только «чистые» грибы.

Лесные ягоды отличаются более низким накоплением радионуклидов, чем грибы.

Следует иметь в виду, что при одинаковой плотности загрязнения почвы цезием-137 его накопление в ягодах больше во влажных условиях произрастания, чем в сухих; при одинаковой плотности загрязнения почвы накопление цезия-137 в ягодах больше в чисто сосновых лесах, меньше – в смешанных с лиственными древесными породами сосновых лесах. Минимальное – в лиственных лесах.

По способности накапливать цезий-137 ягоды условно можно разделить на:

- *аккумуляторы* – клюква, брусника, голубика;
- *сильнонакапливающие* – черника;
- *средненакапливающие* – земляника и ежевика;
- *слабонакапливающие* – малина, калина и рябина.

При переработке собранных лесных ягод необходимо знать, что:

- собранные ягоды перед употреблением необходимо обязательно очистить от прилипших частиц лесной подстилки, мха, почвы и несколько раз промыть в проточной воде, что уменьшает содержание радионуклидов до 15%;
- при приготовлении сока, варенья (если используется только сок ягод без жмыха) содержание радионуклидов уменьшается до 50%;
- сушка лесных ягод увеличивает удельную активность радионуклидов в 7-10 раз, т.е. пропорционально уменьшению их массы за счет удаления влаги.

Среди иных продуктов леса одним из самых чистых по степени накопления радионуклидов является березовый сок. Этот целебный природный напиток содержит много жизненно важных для организма веществ: глюкозу, фруктозу, минеральные соли, ферменты, азотистые вещества. У березового сока немалая лечебная сила. Установлено, что березовый сок разрушает мочевые камни, народная медицина пользуется им при подагре, артритах, ревматизме, бронхите, как мочегонным при заболеваниях почек и печени, против цинги.

При заготовке березового сока необходимо знать, что:

- концентрация радионуклидов в березовом соке зависит от условий произрастания насаждений. Во влажных условиях содержание цезия-137 в нем возрастает до 3 раз;
- в конце периода подсочки концентрация цезия-137 в соке возрастает до 2 раз;
- для предотвращения загрязнения березового сока посторонними предметами и пылью, содержащими радиоактивные вещества,

необходимо применять способы закрытой подсочки (емкость для сбора сока и лоток должны быть закрыты);

- делая надрез, не старайтесь глубоко проникать в ствол дерева, так как 80% сока движется в поверхностных слоях между корой и древесиной. После сбора сока надо плотно замазать надрез пластилином, воском, хозяйственным мылом или забить его мхом. Это предохранит дерево от проникновения в него бактерий и различных грибов, которые могут вызвать загнивание в области надреза и, возможно, привести к последующей гибели дерева.

Лекарственное и техническое сырье (лесные травы и их части, листья древесных и кустарниковых растений, кора, споры, почки и т. п.) накапливают значительное количество радионуклидов.

Более всего накапливают радиоцезий споры плауна булавовидного, побеги багульника болотного, листья брусники.

В больших количествах радиоцезий обнаруживается в коре дуба и крушины, в листьях черники, траве зверобоя, пижмы обыкновенной, толокнянки.

Меньше всего накапливают радиоцезий наперстянка крупноцветная, ландыш майский, душица обыкновенная, тмин песчаный, тимьян обыкновенный.

Следуя определенным правилам сбора и переработки даров леса и продуктов личных подсобных хозяйств, можно в значительной степени сократить количество радионуклидов в продуктах питания и тем самым обезопасить себя и свою семью.

Литература

1. 20 лет после чернобыльской катастрофы: последствия в Республике Беларусь и их преодоление. Национальный доклад // Под ред. В.Е. Шевчука, В.Л. Гурачевского. — Минск: Комитет по проблемам последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС при Совете Министров Республики Беларусь. 2006.
2. Азбука радиационной защиты. М., 2005.
3. Вопросы социальной защиты граждан, пострадавших от катастрофы на Чернобыльской АЭС. Перечень населенных пунктов и объектов, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения (Гомельская область). Гомель, 2005.
4. Основы радиозэкологии и безопасной жизнедеятельности: пособие для учителей общеобразоват. учреждений / Г.А. Соколик [и др.]; под общ. ред. Т.Н. Ковалевой, Г.А. Соколик, С.В. Овсянниковой. — Минск, 2008.
5. Памятка для населения, проживающего на территории, загрязненной радиоактивными веществами // Комитет по проблемам последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС. — Минск, 2000.
6. Рекомендации по безопасному проживанию и ведению личного подсобного хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения территории / Комитет по проблемам последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС, РНИУП «Институт радиологии». — Гомель, 2007.
7. Чернобыльская катастрофа и радиоактивное загрязнение молока // Комитет по проблемам последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС. — Минск, 2000
8. Чернобыльская катастрофа и радиоактивное загрязнение мяса // Комитет по проблемам последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС. — Минск, 2000
9. Чернобыльская катастрофа и радиоактивное загрязнение грибов // Комитет по проблемам последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС. — Минск, 2000
10. Хандогина Е.К., Бархударов Р.М., Мелихова Е.М., Иванов М.Ю. О радиации популярно. М., 2006.

11. БОРБИЦ: Важно знать — http://www.rbic.by/index.php?option=com_content&view=article&id=128&Itemid=38 — 13.12.2016
12. Департамент по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь — <http://www.chernobyl.gov.by/> — 13.12.2016.

Научно-популярное издание

Авторы: проф. **Девойно Александр Николаевич**,
проф. **Нестеренко Василий Борисович**, к.б.н. **Нилова Екатерина**
Константиновна, к.х.н. **Путятин Юрий Викторович**, **Шевцов**
Владимир Семенович

Радиоэкология

Ответственный за выпуск *В.С. Шевцов*
Компьютерная верстка *Л.С. Скакун*
Фотографии и иллюстрации из архива
социальной программы «Мать и дитя»
ОО «Белорусский зеленый крест»

Тираж 500 экз.

Общественная организация
«Белорусский зеленый крест»
220030, г. Минск, ул. Октябрьская, 16
тел./факс +375 (17) 327 79 54
тел. +375 (17) 327 11 46
тел. +375 (17) 210 00 62
E-mail: gcb@greencross.by
Сайт: www.greencross.by