

## Литература

1. Государственная программа Республики Беларусь по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2001-2005 годы и на период до 2010 года. - Минск: 2001
2. Правила ведения лесного хозяйства в зонах радиоактивного загрязнения / Ком. лесн. х-ва при Совмине РБ. - Минск: 2002
3. Нестеренко В. Б. Рекомендации по мерам радиационной защиты населения и их эффективность. - Минск: Белрад, 2001

*Г.А. Чернушевич, В.В. Перетрухин*

*Белорусский государственный технологический университет,  
Белоруссия г. Минск*

## НАКОПЛЕНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В ОСНОВНЫХ ВИДАХ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ ЛЕСА

Авария на Чернобыльской АЭС заставила в корне пересмотреть взгляды на проблемы радиационной безопасности населения. Это в первую очередь связано с лесным хозяйством, так как в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС радиоактивному загрязнению подверглось около 1,7 млн. гектаров лесов Республики Беларусь или около 23% лесных угодий, в различной степени загрязнено 53 лесхоза отрасли. Из 53 загрязненных лесхозов Беларуси, только в 4-х, пищевая продукция леса по загрязнению цезием 137 не превышает республиканские допустимые уровни. После распада короткоживущих радионуклидов и включения основных долгоживущих дозообразователей цезия-137 и стронция-90 в биологический круговорот веществ, радиационная обстановка в лесах изменяется крайне медленно, так как самоочищение происходит только за счет радиоактивного распада.

В лесах Беларуси произрастает около 200 типов грибов, из которых 35 хорошо известны и традиционно используются в питании населения, наряду с грибами используются и лесные ягоды. Потребление «даров леса» в доаварийный период в среднем на одного жителя лесных регионов Беларуси составляло 4 кг/год грибов и столько же ягод. Употребление в пищу грибов и лесных ягод приводит к увеличению дозы внутреннего облучения на 0,3 мЗв/год при плотности загрязнения 185 кБк/м<sup>2</sup>. Очевидно, что при более высоких плотностях загрязнения эта доза будет больше. Такая ситуация обусловлена рядом факторов: местонахождением радионуклидов преимущественно в прикорневом слое почв, биофизическими и физико-химическими процессами в системе почва - радионуклиды - растения, определяющих высокую усвояемость радионуклидов растениями [1].

Существенный отпечаток на поведение радионуклидов в лесных почвах накладывает наличие особого органо-минерального слоя - лесной подстилки, состав и свойства которой в пределах насаждений различного возраста и состава варьируют очень широко. Свойства этого слоя определяют разложение органики, и высвобождение минеральных элементов в подстилочную часть почвы. Поэтому закономерности поведения радионуклидов в лесных почвах имеют ряд специфических черт, требующих постоянного уточнения и дополнения [2].

По величине коэффициента перехода цезия-137 грибы разделяются на четыре группы: слабонакапливающие: опенок осенний, гриб зонтичный, дождевик жемчужный; средненакапливающие: лисичка, подберезовик, гриб белый, подосиновик, рядовка серая; сильнонакапливающие: груздь черный, сыроежки всех видов, зеленка, волнушка розовая. Собирать грибы этой группы допускается при плотности загрязнения почв до 37 кБк/м<sup>2</sup> с обязательным радиометрическим контролем; аккумуляторы радиоцезия: гриб польский, масленок осенний, моховик, свинушка. Содержание цезия-137 может превышать допустимый уровень даже при загрязнении почв, близких к фоновому, поэтому сбор этих грибов не рекомендуется.

Накопление радионуклидов в грибах различается не только по их видовой принадлежности, но по содержанию в отдельных частях плодовых тел у одного вида. У грибов с хорошо развитой ножкой, как правило, содержание радионуклидов в шляпках в 1,5-2,0 раза выше, чем в ножках [3].

Снижение содержания цезия-137 в грибах достигается путем вымачивания или отваривания в соленой воде, с добавлением уксуса или лимонной кислоты.

Из дикорастущих ягод в наибольшей степени накапливают цезий-137 клюква, голубика и брусника: уже при плотности загрязнения 18,5 кБк/м<sup>2</sup> содержание радионуклида в них, как правило, будет превышать нормативные значения. Несколько меньше накопление в чернике, землянике и малине, однако при плотности загрязнения цезием-137 37 кБк/м<sup>2</sup> содержание этого радионуклида в них также будет превышать нормативные значения.

До настоящего времени не существует эффективных методов, которые могли бы снизить загрязнение лесных продуктов питания. Поэтому, бесконтрольное употребление населением пищевой продукции леса увеличивает дозу внутреннего облучения. Главным критерием снижения дозы внутреннего облучения является уменьшение поступления радионуклидов с продуктами питания и питьевой водой.

В соответствии с «Нормами радиационной безопасности НРБ-2000», индивидуальная предельно допустимая доза от техногенных источников, которую человек может получить за весь период жизни составляет 70 мЗв или 1 мЗв/год. Поэтому основной задачей радиометрии является исключение любого необоснованного облучения. Действие от малых доз облучения может суммироваться или накапливаться. Если в организм человека систематически будут поступать радиоактивные вещества, то это приведет к развитию лучевой болезни.

Основными факторами, обуславливающими опасность радионуклидов для человека, являются: вид и энергия излучения, период полураспада, физико-химические свойства, распределение по органам и тканям человека, скорость выведения из организма.

Повышенная опасность радионуклидов, попавших внутрь организма, и дозы внутреннего облучения обусловлены несколькими причинами.

Одна из них - способность некоторых нуклидов избирательно накапливаться в отдельных органах тела, называемых критическими, и таким образом, отдавать свою энергию относительно небольшому объему ткани. Особенностью радиационного воздействия цезия-137 является ярко выраженная неравномерность

его накопления в различных жизненно важных органах человека. При среднем содержании цезия-137 50 Бк/кг на все тело, накопления цезия-137 в почках достигают 3000-4000 Бк/кг, в сердечной мышце - более 1000 Бк/кг.

Вторая причина - значительная продолжительность облучения до момента выведения нуклида из органа или уменьшения активности вследствие радиоактивного распада. Без применения специальных средств, время выведения из организма половины всего цезия-137 у взрослого человека составляет 90-150 дней, у детей - 15-75 дней в зависимости от возраста. Это значит, что организм человека постоянно подвержен воздействию радиации.

Концентрация радиоактивных изотопов в том или ином органе человека может во много раз превышать концентрацию нуклидов в окружающей среде и в организме в среднем. Поэтому локальные поглощенные дозы могут оказаться опасными для накопивших их органов.

Мощность эквивалентной дозы в критическом органе человека определяется по соотношению:

$$H = A f E_{\text{эф}} \cdot 1,6 \cdot 10^{-13} / m .$$

где  $A$  - равновесная активность нуклида во всем теле, Бк;  $f$  - доля нуклида в критическом органе относительно общего содержания во всем теле;  $E_{\text{эф}}$  - эффективная энергия излучения, МэВ/распад;  $1,6 \cdot 10^{-13}$  - энергетический эквивалент 1 МэВ, Дж/МэВ;  $m$  - масса органа, кг.

Дозы внешнего облучения могут быть рассчитаны на основе систематических измерений мощности эквивалентной дозы в данном населенном пункте или на основе постоянного контроля с помощью индивидуальных дозиметров.

При хроническом потреблении загрязненных цезием-137 продуктов питания расчет индивидуальной дозы внутреннего облучения осуществляется по формуле:

$$H_{\text{внутр}} = k \sum m_i \cdot A_{mi}$$

где  $k$  - пересчетный коэффициент, равный  $1,3 \cdot 10^{-8}$  Зв/Бк;  $m_i$  - годовое потребление  $i$  продукта питания, кг;  $A_{mi}$  - удельная активность  $i$  продукта, Бк/кг.

Внутренне облучение зависит от распределения радионуклидов в критических органах и тканях, при этом преимущественно поражаются те органы и ткани, в которых избирательно накапливается радионуклид.

Важное место в защите организма занимают вещества природного происхождения, которые можно длительное время применять в условиях хронического облучения. Для уменьшения внутреннего облучения и разрушающего действия радиации рекомендуется использовать продукты питания, обладающие радиопротекторным действием и 3-4 раза в год принимать пищевые пектиновые добавки.

Заготовка грибов и ягод должна осуществляться при обязательном проведении радиационного контроля.

Введение обязательного обследования на СИЧ всех жителей загрязненных регионов Беларуси позволит выявить критические группы населения с

наибольшими уровнями накопления цезия-137 в их организме и открывает путь к избирательной радиационной защите.

### **Литература**

1. Байрашевская, Д. А. Формирование дозы внутреннего облучения населения, употребляющего продукты загрязненных лесных экосистем - Минск, МГЭУ им. А. Д. Сахарова, 2005. - 330 с.

2. Лес. Человек Чернобыль. Лесные экосистемы после аварии на ЧАЭС: состояние, прогнозы, реакции населения, пути реабилитации./ под общ. ред. В. А. Ипатьева. - Гомель. Институт леса НАН Беларуси, 1999 - 454 с.

3. Переволоцкий, А. Н. Распределение  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в лесных биогеоценозах - Гомель РНИУП «Институт радиологии», 2006 - 255 с.

*Чернушевич Г.А., Петрухин В.В.*

*Белорусский государственный технологический университет,  
Белоруссия г. Минск*

## **ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В ДРЕВЕСИНЕ ОСНОВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД**

Авария на Чернобыльской АЭС по масштабам радиоактивного загрязнения окружающей среды и специфике радиоактивных выпадений над большими территориями поставила новые задачи по радиационно безопасному, экономически целесообразному и биологически обоснованному ведению лесного хозяйства на загрязненных радионуклидами территориях. Очевидно, что загрязнение 1/4 лесного фонда нашего государства с традиционно высоким уровнем пользования лесными ресурсами и интенсивным характером ведения лесного хозяйства не позволяет полностью исключить лесопользование в загрязненных лесах, а требует совершенно новых подходов к проведению лесохозяйственных мероприятий на загрязненных территориях.

Степень загрязнения компонентов лесных биогеоценозов радионуклидами определяют: плотность радиоактивного загрязнения почвы; формы нахождения выпавших радионуклидов; характер миграции и распределение радионуклидов по профилю почвы; агрохимические характеристики и водный режим лесных почв; биологические особенности видов растений и их возраст; климатические особенности года.

После распада короткоживущих радионуклидов и включения основных долгоживущих дозообразователей цезия-137 и стронция-90 в биологический круговорот веществ, радиационная обстановка в лесах изменяется крайне медленно, так как самоочищение происходит только за счет радиоактивного распада, продолжающегося многие десятилетия. В этот период леса прочно удерживают вылавшие радионуклиды, препятствуют выносу их за пределы загрязненных территорий, выполняя тем самым защитную функцию окружающих ландшафтов от вторичного радиоактивного загрязнения. В то же время загрязненный лесной фонд является источником радиационной опасности.

Распределение территории гослесфонда республики по зонам радиоактивного загрязнения следующее: