

Лекция 7

Химия и методы определения ксенобиотиков. Радиоактивное загрязнение продовольственного сырья и пищевых продуктов

Радионуклиды, встречающиеся в природе, могут иметь естественное или техногенное происхождение. Природные радионуклиды, как правило, не представляют серьезной опасности для человека.

Среди техногенных радионуклидов некоторые подвержены быстрому распаду (их называют короткоживущими), а некоторые могут существовать в природе в течение десятков и сотен лет. Эти радионуклиды представляют наибольшую опасность, поскольку могут переходить из почвы в продукты питания. К искусственным источникам радионуклидов относят следующие: испытание ядерного оружия, аварии на атомных станциях, горнодобывающую промышленность и учреждения, работающие с радиоактивными веществами (научные, медицинские и др.).

Попадание радионуклидов с пищей особенно опасно для человека, так как при этом происходит внутреннее облучение организма. Внутреннее облучение является более опасным, чем внешнее, поскольку затрагивает непосредственно жизненно важные органы. Наиболее радиочувствительными клетками являются клетки постоянно обновляющихся тканей и органов, такие как костный мозг, половые железы, селезенка и др. Следствием этого облучения могут являться угнетение механизмов иммунитета и повышение чувствительности к возбудителям инфекционных заболеваний.

В настоящее время наиболее опасными для организма человека долгоживущими радионуклидами техногенного происхождения являются цезий-137 и стронций-90, период полураспада которых составляет около 30 лет. Это означает, что через 30 лет после аварии на Чернобыльской АЭС, т. е. к 2016 г., распадется только половина ядер атомов этих элементов, а к 2190 г. останется только 1 % нераспавшихся ядер атомов. Именно эти два изотопа подлежат обязательной проверке в пищевых продуктах согласно СанПиН 2.3.2.1078-01.

Необходимо отметить, что наибольший уровень содержания радиоактивных веществ характерен для грибов. Особенно сильно накапливают радиацию свинушки, масленок осенний, польский гриб. Эти грибы составляют группу так называемых «аккумуляторов» радиации. Несколько меньше накапливают радионуклиды груздь черный, сыроежки, волнушка розовая. Также существенные количества радионуклидов накапливают лесные ягоды, в особенности клюква.

Пищевые продукты должны соответствовать установленным нормативными документами требованиям к допустимому содержанию радиоактивных веществ, представляющих опасность для нынешнего и будущего поколений. Допустимые нормы содержания радионуклидов выработывают с учетом среднего потребления данного вида продуктов и ряда других факторов.

Снижению концентрации радионуклидов в пищевых продуктах способствует кулинарная обработка. Так, с картофеля и свеклы при чистке удаляется 60–80 % радионуклидов, во время варки — 60 %, а при отваривании с 2–3-кратной сменой воды количество радионуклидов уменьшается в 2–3 раза. Отваривание очень эффективно и для грибов — при варке в течение 30–60 мин с 2-кратной сменой воды содержание радионуклидов уменьшается в 2–10 раз, в наибольшей степени это характерно для пластинчатых видов грибов.

Для определения содержания радионуклидов в пищевых продуктах и продовольственном сырье используют спектрометрический и радиохимический методы.

1. Спектрометрический метод

Для измерения активности стронция-90 и цезия-137 в счетных образцах в пищевых продуктах используют бета-спектрометры и сцинтилляционные и полупроводниковые гамма-спектрометры с блоками детектирования в свинцовой защите соответственно.

Бета-спектрометры или бета-радиометры характеризуются значением минимальной измеряемой активности 0,1–1,0 Бк, гамма-спектрометры — 3–10 Бк.

В тех случаях, когда чувствительности спектрометров (радиометра) не хватает для получения достоверного результата содержания радионуклидов в нативных пробах, производят термическое концентрирование, т. е. сухую минерализацию проб (выпаривание, высушивание, обугливание или озоление), с последующим измерением полученного концентрата или при помощи специальных радиохимических методик. Радиохимические методики концентрирования используются также для продуктов, термическое концентрирование которых затруднительно и трудоемко, например, молочные продукты, сгущенное молоко, жиры и т. п. В основу таких методик положены методы химического разложения (денатурирование белка, омыление жиров и т. д.) с последующим соосаждением стронция-90 с оксалатом кальция или другими неизотопными носителями. Получаемые осадки служат счетными образцами при бета-спектрометрических измерениях.

2. Радиохимический метод

Радиохимический метод анализа применяется в том случае, когда необходимо получить наиболее достоверную и точную информацию о содержании в пробах пищевых продуктов радионуклидов цезия-137 и стронция-90 или отсутствуют спектрометрические установки для определения стронция-90 и цезия-137 в пищевых продуктах. Используются также радиохимические методики, которые рекомендованы СанПиН 2.3.2.1078 (МУ 5778, МУ 5779, МУК 2.6.2.717 и др.), а также другие методики, прошедшие метрологическую аттестацию и утвержденные в установленном порядке.