

УДК 372.8: 614

О НАКОПЛЕНИИ ЦЕЗИЯ-137 В ВЫРАЩЕННЫХ НА ЗАГРЯЗНЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ КЛУБНЯХ КАРТОФЕЛЯ

Тимкин Алексей Викторович

магистрант

tim-king@mail.ru

Щербаков Сергей Юрьевич

кандидат технических наук, доцент

scherbakov78@yandex.ru

Криволапов Иван Павлович

кандидат технических наук, доцент

e-mail: ivan0068@bk.ru

Чечевицын Иван Дмитриевич

студент

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. Рассмотрены особенности накопления радионуклида цезия-137 в клубнях картофеля, выращенных на загрязненной территории. Показана возможность получения безопасной сельскохозяйственной продукции на территориях с уровнем загрязнения по цезию-137 менее 1 Ки/км².

Ключевые слова: радиационное загрязнение, радиэкологический мониторинг, радиационная безопасность.

В настоящее время в результате широкого использования ядерной энергии и развития ядерной промышленности среди традиционных загрязнений окружающей среды особую озабоченность в обществе стало вызывать радиоактивное загрязнение [4]. Загрязнение территории России цезием-137 в значительных размерах было вызвано проведением многочисленных испытаний ядерного оружия и авариями на объектах ядерного топливно-энергетического цикла, особенно аварией на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС) в 1986 г. [5].

На сегодняшний день в Тамбовской области выявлено 6 населённых пунктов, где плотность поверхностного загрязнения почвы по цезию-137 составляет около 1 Ки/км², при этом 92,5 % загрязнения приходится на Чернобыльский след, а 7,5 % – на испытания ядерного оружия [3].

Ученые выяснили, что около 70 % радиации, поступающей в организм через естественные источники, приходится на пищу и воду [5]. Существует риск получения дозы радиоактивного излучения изнутри с продуктами питания [8, 9]. Радиация проникает в наш организм двумя способами – от внешних источников и изнутри. Первый вид облучения менее опасен, так как частично нас защищают от него одежда, стены зданий, различные предметы. Второй вид облучения существенно опасней, так как нет никакой внешней защиты. Поэтому наиболее важно вовремя обнаруживать радиоактивные продукты питания, чтобы обеспечить радиационную безопасность.

Поскольку цезий-137 легко переходит в продукты растениеводства, нами было проведено исследование содержания данного радионуклида в клубнях картофеля, выращенного на загрязненных территориях [7]. Работа выполнялась методами физического мониторинга путём отбора проб в населённых пунктах и их анализа с помощью компьютеризированного γ - β -спектрометрического комплекса с программным обеспечением «Прогресс-БГ» [2].

Доставленные в лабораторию пробы размещались в отдельных ёмкостях. При подготовке к исследованию клубни тщательно обмывались в проточной

воде. Обмытые клубни очищались от кожуры, нарезались мелкими частями на деревянной доске и загружались в сосуд Маринелли до полного заполнения его геометрии. Взвешивание пробы производилось на лабораторных весах. Из кожуры картофеля также производилось приготовление проб. Для этого кожура проб из одного населённого пункта мелко нарезалась и из неё создавалась объединённая проба для исследования [6].

Подготовленная для исследования проба устанавливалась в блок детектирования с использованием гамма-защиты. Показатели пробы вводились в программу ПЭВМ. После чего проводилось исследование на содержание в пробе цезия-137 [2]. В соответствии с гигиеническими требованиями норма содержания в картофеле цезия-137 – 120 Бк/кг.

Результаты исследования клубней картофеля и кожуры на содержание цезия-137 отражены в таблице. Так, содержание данного радионуклида в картофеле не превышает установленных нормативов, причем удельная активность цезия-137 в кожуре более чем в 7 раз превышает активность в самом клубне.

Таблица 1

Среднее содержание цезия-137 в клубнях картофеля (S_{k137})
исследуемых населённых пунктов

| Населенный пункт | В пробах, Бк/кг | В кожуре, Бк/кг |
|------------------|-----------------|-----------------|
| Петровское | 0,07 | 0,30 |
| Никольское | 0,04 | 0,20 |
| Новоситовка | 0,07 | 0,30 |
| Покрово-Чичерино | 0,05 | 0,30 |
| Михайловка | 0,19 | 1,53 |
| Русское | 0,23 | 1,85 |
| Среднее | 0,11 | 0,75 |

Б.Н. Анненков [1] указывает, что среди растениеводческой продукции в товарной части на единицу сухой массы урожая больше всего цезия-137 содержат корнеплоды (столовая свекла, морковь) по сравнению с картофелем. Это обстоятельство объясняется различием в устройстве корня и стебля. Важной особенностью корня является большая всасывающая сила клеток и

развитие системы крупных межклетников. Данная особенность способствует поступлению и концентрации радионуклидов в клетках корня.

Клубень картофеля представляет собой стеблевое образование с запасом органических веществ. Клубни образуются на концах подземных стеблевых образований – столонов, которые формируются из спящих почек нижней части стебля картофеля. Поступление радионуклидов в клубень, как и других микроэлементов, осуществляется не только путём корневого всасывания, но и путём диффузии через всю поверхность клубня. Поверхность клубня состоит из коры и камбия. Этот слой является более плотным в сравнении с сердцевиной клубня. Поэтому радионуклиды, поступающие в клубень через его поверхность, задерживаются в большинстве в кожуре картофеля.

Таким образом, проведенные исследования позволяют констатировать:

1. Результаты исследования показывают, что среднее содержание цезия-137 в пробах картофеля не превышают установленных норм – 120 Бк/кг. С учетом коэффициента перехода данного радионуклида из почвы в растения можно говорить о возможности получения безопасной сельскохозяйственной продукции на территориях с уровнем загрязнения по цезию-137 менее 1 Ки/км².

2. Содержание радионуклидов в кожуре картофеля в несколько раз превосходит содержание их в самом клубне, что связано с дополнительным поступлением цезия-137 в клубень (кроме корневого поступления) из почвы путём диффузии. С другой стороны очистка кожуры перед приготовлением или употреблением картофеля значительно снижает удельную активность (коэффициент дезактивации более 7).

Список литературы:

1. Анненков, Б.Н. Основы сельскохозяйственной радиологии / Б.Н. Анненков, Е.В. Юдинцев. – М.: Агропромиздат, 1991. – 287 с.

2. Методика экспрессного определения объёмной и удельной активности бета-излучающих нуклидов в воде, продуктах питания, продукции растениеводства и животноводства методом «прямого» измерения «толстых»

проб (переработанная и дополненная). – М.: Центр госсанэпиднадзора, 1987. – 27 с.

3. Тимкин, А.В. Исследование загрязнения почв и сельскохозяйственной продукции радиоактивными элементами в районах Тамбовской области / А.В. Тимкин, С.Ю. Щербаков, А.А. Фокин // Наука и Образование. – 2020. – Т. 3. – № 4. – С. 116.

4. Тимкин, А.В. К вопросу восприятия риска обучающимися вуза / А.В. Тимкин, С.А. Кузнецов // Наука и Образование. – 2018. – Т. 1. – № 3-4. – С. 16.

5. Тимкин, А.В. Радиационная безопасность: учебное пособие / А.В. Тимкин. – Мичуринск: МГПИ, 2007. – 149 с.

6. Тимкин, А.В. Радиоэкологический мониторинг как средство формирования экологической культуры обучающихся / А.В. Тимкин // Сб.: Экологическая педагогика: проблемы и перспективы в свете развития технологий Индустрии 4.0.: материалы Международной научной школы, организованной при финансовой поддержке Администрации Тамбовской области, 2017. – С. 63-67.

7. Характеристика методов проведения анализа риска / С.Ю. Щербаков, И.П. Криволапов, Д.И. Стрельников [и др.] // Наука и Образование. – 2019. – Т. 2. – № 4. – С. 253.

8. Щербаков, С.Ю. Исследование опасных факторов производственной среды и факторов риска травмирования / С.Ю. Щербаков, А.А. Фокин, А.А. Заборских // Наука и Образование. – 2020. – Т. 3. – № 2. – С. 58.

9. Сравнительный анализ существующих подходов к оценке травмоопасности / С.Ю. Щербаков, И.П. Криволапов, С.А. Петрушенко, А.П. Коробельников // Наука и Образование. – 2019. – Т. 2. – № 4. – С. 252.

UDC 372.8: 614

**ON THE ACCUMULATION OF CAESIUM-137 IN POTATO TUBERS
GROWN IN A CONTAMINATED AREA**

Timkin Alexey Viktorovich

undergraduate

tim-king@mail.ru

Sherbakov Sergey Yurievich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

scherbakov78@yandex.ru

Krivolapov Ivan Pavlovich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

: ivan0068@bk.ru

Chehevitsyn Ivan Dmitrievich

student

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. The features of the accumulation of caesium-137 radionuclide in potato tubers grown in a contaminated area are considered. The possibility of obtaining safe agricultural products in the territories with the level of contamination by caesium-137 less than 1 Ki/km² is shown.

Key words: radiation pollution, radioecological monitoring, radiation safety.