

сыворотке. Уменьшить радиоактивное загрязнение овощей, грибов и фруктов помогает снятие кожуры, промывание и замачивание в воде. Это связано со скоплением радиоактивного вещества на внешней поверхности продукта [2].

Заключение. С целью обеспечения радиационной безопасности продукции и защиты населения от внутреннего облучения при длительном поступлении радионуклидов с продуктами питания необходимо регулярно проводить измерение содержания стронция-137 и цезия-90. Кроме того, из-за сходности свойств радиоактивных элементов и стабильных, необходимых для организма наиболее простым способом защиты от их поглощения являются профилактические меры в виде курсов принятия витаминно-минеральных комплексов. Таким образом, комплексное применение методов позволяет обеспечить безопасность населения и внешней среды.

Литература.

1. Аверин, В. С. Роль защитных мероприятий для снижения доз облучения населения и получения нормативно чистой сельскохозяйственной продукции / В. С. Аверин // Белорусское сельское хозяйство. – 2010. – №4 (96). – С. 18-22.
2. Радиоактивность и пища человека / под ред. Р. Расселла; пер. с англ. Р. М. Алексахина и Ф. А. Тихомирова; под ред. В. М. Ключковского. – М.: Атомиздат, 1971. – 373 с.

УДК 612.6.05+575.1+573.83

РАДИАЦИЯ КАК ФАКТОР ЭВОЛЮЦИИ

Колокольникова А.Г.

Научный руководитель – Ковалёнок Н.П.

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

*В статье описан радиационный мутагенез, рассмотрены этапы действия ионизирующего излучения, радиационные повреждения генома. В работе рассматривается молекулярная цепочка событий от акта ионизации до формирования стабильных генетических изменений, а также роль процесса в эволюции живых систем. **Ключевые слова:** радиация, мутагенез, репарация, генетические эффекты.*

RADIATION AS A FACTOR OF EVOLUTION

Kolokolnikova A.G.

Scientific supervisor – Kavalionak N.P.

Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

*The article describes radiation mutagenesis, considers the stages of action of ionizing radiation, radiation damage to the genome. The paper examines the molecular chain of events from the act of ionization to the formation of stable genetic changes, as well as the role of the process in the evolution of living systems. **Keywords:** radiation, mutagenesis, repair, genetic effects.*

Введение. На протяжении миллиардов лет жизни на Земле радиация являлась неотъемлемым, фоновым компонентом природной среды. Радиация является постоянным спутником жизни человека и животных, так как она есть везде. Однако техногенная эпоха создала прецеденты локального повышения радиационного фона, превратив физический фактор в движущую силу микроэволюционных процессов. Ионизирующее излучение представляет собой фактор воздействия на наследственный аппарат клетки, принципиально отличающийся от других мутагенов, так как характеризуется стохастичностью и высокой кластерностью повреждений.

Материалы и методы исследований. В статье проведен анализ литературных источников по мутагенному действию радиации. Методология включала общенаучные методы: контент-анализ, изучение, обобщение, синтез и сравнение.

Результаты исследований. Ионизирующее излучение, подобно химическим веществам является мутагеном. В реакции организма на действие ионизирующего излучения выделяют четыре фазы: физическая фаза, в которой происходит ионизации и возбуждения атомов; химико-физическая фаза, сопровождающаяся образованием высокоактивных радикалов; химическая фаза сопровождается изменением биологических свойств молекул, вследствие реакций свободных радикалов с органическими молекулами клеток; биологическая фаза, когда химические изменения молекул преобразуются в клеточные изменения.

Длительность первых трех фаз не превышает единиц микросекунд, в течение которых происходят различные молекулярные изменения. В четвертой фазе эти изменения переходят в функциональные и структурные нарушения в клетках, органах и организме в целом. Наиболее чувствительным к облучению является ядро клетки, и наибольшие последствия вызывает повреждение ДНК, которая содержит наследственную информацию.

Свободные радикалы вызывают однонитевые и чаще двунитевые разрывы цепи ДНК. Клетка пытается их «сшить». Однонитевые разрывы легко чинятся клеточными ремонтными службами. Для ремонта двунитевых разрывов существует два основных пути. Гомологичная рекомбинация работает только в делящихся клетках и, используя неповрежденную копию ДНК как эталон, восстанавливает разрыв без ошибок. Негомологическое соединение концов – это быстрый метод, особенно в покоящихся клетках, сопровождающийся обрезком концов

цепи и сшивки без сверки. В результате этого наблюдаются потери фрагментов, вставки или инверсии и как следствие возникают мутации. Воздействие ионизирующих излучений приводит к увеличению частоты мутаций в 1 000-10 000 раз [2]. В норме случайная мутация возникает в одной клетке из миллиона при каждом делении. В 1927 году американский генетик Генрих Меллер впервые показал, что облучение рентгеновскими лучами приводит к существенному увеличению частоты мутаций у дрозофилы.

На генетическом и популяционном уровне радиационный мутагенез основывается на эффекте свидетеля и геномной нестабильности.

Эффект свидетеля является биологическим парадоксом и состоит в том, что признаки радиационного поражения (мутации, гибель, геномная нестабильность) возникают в клетках, которые не подвергались действию ионизирующего излучения напрямую. Это связано с тем, что клетки получив определенную дозу радиации, посылают сигналы опасности (активные формы кислорода, цитокины и др.) соседним необлученным клеткам. В этих «клетках-свидетелях» запускается окислительный стресс, наблюдаются разрывы ДНК, абберации хромосом, повышение уровня мутаций, апоптоз и клеточная гибель. В результате увеличивается количество пораженных клеток. Эффект свидетеля особенно важен при действии малых доз радиации, когда вероятность прямого попадания в каждую клетку крайне мала, но индуцированные эффекты в популяции клеток значительны [1].

Мутация не всегда проявляется сразу в облученной клетке. Часто повреждения передаются по наследству и начинают лавинообразно накапливаться через десятки и сотни поколений клеток после облучения. Это называется отсроченной генетической нестабильностью. В основе отсроченной нестабильности лежит нарушение работы клеточных систем, а не просто прямое повреждение ДНК. При этом наблюдается повреждение механизмов репарации, так как облучение вызывает длительные сбои в системах восстановления ДНК; эпигенетические изменения, связанные с изменением в активности генов, передающиеся по наследству без изменения последовательности ДНК; окислительный стресс, сопровождающийся образованием большого количества свободных радикалов, в клетках спустя длительное время после облучения. Все это создает пролонгированный во времени поток мутаций, который служит материалом для отбора гораздо дольше, чем сам факт облучения. В результате отсроченной генетической нестабильности нарушения возникают не сразу, а через 10-30 генераций, вызывают широкий спектр повреждений, включающий анеуплоидию (неверное число хромосом), хромосомные абберации (разрывы, перестройки), микросателлитную нестабильность и генные мутации. Проявляется у 10–30% потомков выживших клеток, что значительно выше спонтанного уровня. Проявляются при действии малых доз радиации (менее 50 мЗв) [2].

Подавляющее большинство мутаций либо нейтральны, либо вредны, так как снижают жизнеспособность клеток. Однако в редких случаях повреждение гена может дать организму преимущество в борьбе за выживание, например, устойчивость к самой радиации.

Скорость размножения и темпы развития живых организмов играют ключевую роль в радиационном мутагенезе. Главный парадокс при этом состоит в том, что быстрое развитие и высокая плодовитость одновременно и повышает риски повреждения ДНК, и дает популяции шанс на выживание

Заключение. Радиация действительно является одним из факторов эволюции, но ее роль гораздо сложнее и неоднозначнее, чем принято считать. Она действует не как целенаправленная сила, а как мощный инструмент, вносящий случайные изменения в генетический код. Сама по себе радиация не направляет эволюцию. Она не знает, какая мутация окажется полезной, а какая нет. Ионизирующее излучение является инструментом генетического разнообразия.

Литература.

1. Котеров, А. Н. Перспективы учета «эффекта свидетеля» при оценке радиационных рисков / А. Н. Котеров // Медико-биологические проблемы жизнедеятельности. – 2011. – № 1 (5). – С. 7-19.

2. Нефедов, И. Ю. Актуальные аспекты проблемы генетических последствий облучения млекопитающих / И. Ю. Нефедов, И. Ю. Нефедова, Г. Ф. Палыга // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2000. – Т. 40, № 4. – С. 358-372.

УДК 551.521

РОЛЬ ПИТАНИЯ В ЗАЩИТЕ ОТ РАДИАЦИИ

Кондрашкова Е.И.

Научный руководитель – Ковалёнок Н.П.

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия
ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

Особый научный и практический интерес вызывают пищевые продукты, обладающие радиопротекторным действием, которые можно использовать в случае неблагоприятной радиационной обстановки. Употребление этих продуктов в ежедневном рационе питания способствует адаптации организма при повышенной радиации, устранению последствий лучевой нагрузки при лечении или обследовании. В результате проведения исследования проведен обзор продуктов питания, которые целесообразно использовать в лечебно-профилактическом питании в целях профилактики лучевых осложнений и