

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «ВИТЕБСКАЯ ОРДЕНА «ЗНАК ПОЧЕТА»
ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ»**

Современные проблемы радиологии

МАТЕРИАЛЫ

**II Республиканской научно-практической конференции
студентов, магистрантов и молодых ученых**

г. Витебск, 26 апреля 2023 г.

Текстовое электронное издание сетевого распространения

ISBN 978-985-591-178-5

**© УО «Витебская ордена «Знак Почета»
государственная академия ветеринарной
медицины», 2023**

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ВИТЕБСКАЯ ОРДЕНА «ЗНАК ПОЧЕТА» ГОСУДАРСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ»



«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАДИОЛОГИИ»

МАТЕРИАЛЫ

**II Республиканской научно-практической
конференции**

(г. Витебск, 26 апреля 2023 г.)

**ВИТЕБСК
ВГАВМ
2023**

УДК 614.876
ББК 31.4

ОРГКОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Белко А. А. - проректор по научной работе;
Юшковский Е. А. - декан факультета ветеринарной медицины;
Вишиневец А. В. - декан биотехнологического факультета;
Дремач Г. Э. - начальник научного отдела;
Курилович А. М. - заведующий кафедрой радиологии и биофизики;
Наумов А. Д. - профессор кафедры радиологии и биофизики;
Клименков К. П. - доцент кафедры радиологии и биофизики
(секретарь).

Современные проблемы радиологии [Электронный ресурс]
материалы II Республиканской научно-практической конференции студентов,
магистрантов и молодых ученых, Витебск, 26 апреля 2023 г. / УО ВГАВМ;
редкол. : А. А. Белко [и др.]. — Витебск : ВГАВМ, 2023. — Режим доступа :
<http://www.vsavm.by>. Свободный. — Загл. с экрана. — Яз. рус.

В сборник включены работы студентов различных учреждений образования Республики Беларусь по направлениям: радиобиологические и радио-экологические последствия катастрофы на Чернобыльской АЭС, механизмы действия радиации, прогноз отдаленных последствий, радиационная безопасность.

УДК 614.876
ББК 31.4

ISBN 978-985-591-178-5

© УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», 2023

Научное электронное издание

Современные проблемы радиологии

МАТЕРИАЛЫ

**II Республиканской научно-практической конференции
студентов, магистрантов и молодых ученых
(г. Витебск, 26 апреля 2023 г.)**

Текстовое электронное издание сетевого распространения

Для создания электронного издания использовались
следующее программное обеспечение:
Microsoft Office Word 2007, DoPDF v 7.

Минимальные системные требования:
Internet Explorer 6 или более поздняя версия;
Firefox 30 или более поздняя версия;
Chrome 35 или более поздняя версия.
Скорость подключения не менее 1024 Кбит/с.

Ответственный за выпуск А. М. Курилович
Технический редактор Е. А. Алисейко
Компьютерная верстка Т. А. Никитенко
Все материалы публикуются в авторской редакции.

Дата размещения на сайте 17.05.2023 г.
Объем издания 1606 Кб.
Режим доступа: <http://www.vsavm.by>

Учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета»
государственная академия ветеринарной медицины».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/362 от 13.06.2014.
ЛП № 02330/470 от 01.10.2014.
Ул. 1-я Доватора, 7/11, 210026, г. Витебск.
Тел.: (0212) 48-17-82.
E-mail: rio@vsavm.by
<http://www.vsavm.by>

БОРТНИК Д.А., КРУГЛИЦКАЯ У.Ю., студентки (3 курс, ФВМ).

Научный руководитель **КУРИЛОВИЧ А.М.**, кандидат ветеринарных наук, доцент

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

СТЕРИЛИЗАЦИЯ ХИРУРГИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ РАДИАЦИЕЙ

Введение. Стерилизация – (от лат. обеспложивание) – это полное уничтожение микроорганизмов и их спор путем воздействия как физических факторов, так и химических препаратов.

Стерилизация, производимая с помощью ионизирующих излучений, получила название радиационной, или лучевой стерилизации. Ввиду того, что лучевая стерилизация протекает без высокой температуры, она была названа также холодной стерилизацией.

Радиационная стерилизация позволяет обрабатывать материалы, которые не могут стерилизоваться при помощи газа или пара.

Целью нашего исследования являлось изучение метода стерилизации различных медицинских предметов с помощью ионизирующего излучения.

Материалы и методы исследования. В процессе изучения нами был проведен обзор научной литературы, ее анализ и обобщение.

Результаты. При использовании этого метода применяется гамма- и бета-излучение. Известно большое количество изотопов радиоактивных элементов, выделяющих гамма-лучи. Наиболее широко для лучевой стерилизации используется излучение изотопа кобальта-60 и цезия-137.

По сравнению с гамма излучением, бета-излучение обладает меньшей проникающей способностью. На сегодняшний день этими излучениями стерилизуют медицинские перчатки, перевязочные изделия, шприцы, хирургические инструменты, некоторые лекарственные препараты, в том числе антибиотики и гормоны, биологические ткани и многое другое. Доза, необходимая для стерилизации обычно колеблется от 10 до 100 кГр, а время обработки составляет 0,2 – 2 секунды. Во время обработки объект не подвержен тепловому нагреву, максимальное увеличение температуры составляет лишь несколько градусов.

Такая стерилизация позволяет полностью уничтожить различные бактерии, грибы и вирусы на поверхности медицинских инструментов и материалов. Бета-излучение с более низкой энергией (5-10 МэВ) находит применение для стерилизации упаковки медицинских изделий.

Такой вид стерилизации имеет ряд особенностей:

- Стерилизация происходит только после того, как медицинское изделие было упаковано.
- После стерилизации медицинские изделия не опасны для человека.
- После стерилизации изделия можно применять сразу.

- Во время процесса стерилизации изделия не контактируют с внешней средой, поэтому не изменяют своих свойств.

Работы по стерилизации выполняются в строгом соответствии с нормами безопасности и отраслевыми стандартами серии ГОСТ ISO 11137-1-2011 «Стерилизация медицинской продукции. Радиационная стерилизация».

Для шприцев, стерилизуемых на кобальтовых установках, зависимость выглядит следующим образом: если количество микроорганизмов на одно изделие составляет 0 - 50, доза облучения равна 32 кГр, для 50 - 100 микроорганизмов – 38 кГр, 100 - 1000 микроорганизмов – 43 кГр.

Если стерилизация производится на ускорителе электронов, доза облучения при минимальной обсемененности (0 - 50 микроорганизмов на 1 изделие) равна 35 кГр и соответственно для каждого уровня обсемененности доза повышается на 3 - 4 кГр.

Срок хранения материалов, простерилизованных в двойной упаковке из бязи, пергаменте, бумаге, в стерилизационной коробке, выложенной стерильной простыней (для изделий, стерилизованных растворами химических препаратов) равен 3 суткам, в стерилизационных коробках с фильтром – 20 суткам. Для изделий, стерилизованных в полиэтиленовой упаковке, срок хранения материалов до 5 лет, в крафт-пакетах – от 20 суток до 2 месяцев, в комбинированных полимерных пакетах – от 6 месяцев до 1 года.

Основными достоинствами этого метода являются:

- высокая степень инактивации микроорганизмов;
- возможность стерилизации больших размеров медицинских изделий в больших объемах;
- автоматизация процесса;
- стерилизация изделий в любой герметичной упаковке.

Вместе с тем, внедрение лучевой стерилизации в практику встречает некоторые трудности, которые связаны с необходимостью значительных затрат на строительство специальных радиационных установок и закупку радиоактивных источников.

Заключение. Таким образом, радиационная стерилизация, стала одним из основных методов стерилизации термочувствительных медицинских изделий и, обладает рядом технологических преимуществ по сравнению с другими методами стерилизации.

Литература: 1. Корнев, И.И. Стерилизация изделий медицинского назначения в лечебно-профилактических учреждениях/ И.И. Корнев. – Человек Россия - 2003. – 156 с. 2. URL: <https://tehmed.ru/blog/357sterilizaciya-hiryrgieskihinstumentov> (Дата обращения: 06.09.2023). 3. URL: <https://atomicexpert.com/-radiation-treatment> (Дата обращения: 06.09.2023) 4. URL: <https://novamed.shop/-articles/osobennostiradiatsionnoysterilizatsii> (Дата обращения: 06.09.2023) 5. URL: <https://redcrosscenter.ru/companies> (Дата обращения: 06.09.2023)

УДК 616.006

БУНЬ Т. А., студент (4 курс, ФВМ)

Научный руководитель **ШАГАКО Н. М.**, магистр, ассистент

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

БОР-НЕЙТРОНОЗАХВАТНАЯ ТЕРАПИЯ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ПОДХОД В ЛЕЧЕНИИ ОНКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Введение. Бор-нейтронозахватная терапия (БНЗТ) – бинарный радиотерапевтический метод, основанный на взаимодействии стабильного изотопа ^{10}B и нейтрона, в результате которого происходит ядерная реакция с получением ^7Li и альфа-частицы с высокой линейной передачей энергии и коротким радиусом поражения, соответствующим размеру клетки млекопитающего, что может быть избирательно направлено на уничтожение только опухолевых клеток, без повреждения окружающих нормальных тканей [3].

Материалы и методы исследования. Обзор, обработка и теоретический анализ источников литературы отечественных и зарубежных авторов по теме исследования.

Результаты исследований. Основная идея БНЗТ была сформулирована американским рентгенологом Г. Лочером в 1936 году, вскоре после открытия сэром Д. Чедвиком нейтрона и исследования Г. Тэйлором и М. Голдхабером ядерной реакции поглощения нейтрона ^{10}B [4]. Испытания не продемонстрировали терапевтическую эффективность метода из-за слабой селективности и низкой концентрации бора.

Второй период развития БНЗТ определили работы (1968-1980 гг.) японского доктора Х. Хатанаки, который проводил открытое облучение опухоли после трепанации черепа и добился впечатляющих результатов выживаемости для группы пациентов со злокачественными глиомами мозга [3].

Эти результаты дали толчок третьему периоду развития нейтронозахватной терапии – клиническим испытаниям глубинных внутримозговых опухолей с применением пучков эпитепловых нейтронов от ядерных реакторов [8]. Бор-нейтронная терапия была распространена и на другие заболевания, такие как меланомы, опухоли шеи, менингиомы, мезотелиомы плевры и гепатоцеллюлярной карциномы [3].

К преимуществам БНЗТ можно отнести:

1. Длительность лечения гораздо меньше (1-2 часа), чем при стандартной химиотерапии (6-8 недель).
2. При применении БНЗТ здоровые клетки получают минимальную дозу облучения (можно сравнить с дозой рентген-облучения или при облучении, получаемого при авиаперелете) [5].
3. Эффективность показана при неизлечимых формах рака [2].
4. Возможность паллиативной помощи.

Окончание третьего этапа развития БНЗТ позволило научной общественности осознать несколько основных проблем [6]. Первая проблема состоит в том, что достоверных положительных результатов лечения без хи-

рургической операции с использованием потока эпитепловых нейтронов нет. Такое лечение по-прежнему является искусством, а не рандомизированной методикой [1].

Вторая проблема связана с источником эпитепловых нейтронов (кинетическая энергия от 0,5 эВ до 0,5 МэВ) [7]. На ядерных реакторах достаточно легко получать потоки либо быстрых нейтронов, либо тепловых, но не эпитепловых, необходимых для нейтронозахватной терапии [1].

Создание доступных источников эпитепловых нейтронов на основе ускорителей заряженных частиц, как оказалось, – весьма нетривиальная, сложная и многоплановая техническая задача [6]. Разработка специализированных источников на основе ядерного реактора затруднена вследствие дороговизны и фобии после аварий на атомных электростанциях в Чернобыле и Фукусиме. Именно решение этих задач, знаменует начало четвертого современного этапа.

Нейтронозахватная терапия предполагает целенаправленное уничтожение только раковых клеток без хирургического вмешательства, соответственно для проведения данного метода необходимы препараты адресной доставки бора, обеспечивающие его селективное накопление в клетках опухоли [2].

Наиболее перспективным направлением в разработке систем направленной доставки бора в опухолевые клетки является использование липосом [5]. Возможность варьирования состава липидной мембраны, различных способов модификации поверхности, присоединения лигандов и антител, возможность включения большого количества гидрофильных и липофильных соединений бора выводит их на лидирующие позиции в создании эффективных фармакологических препаратов для доставки терапевтических доз бора. В качестве таких лигандов широко используются трансферрин и фолиевая кислота, рецепторы к которым характеризуются избыточной экспрессией в опухолевых клетках [3].

Для эффективного лечения различных онкологических больных с применением БНЗТ необходимо применение борсодержащих препаратов в индивидуально подобранных концентрациях [5]. Благодаря проведенным исследованиям ученые выяснили, что достаточная терапевтическая концентрация изотопа ^{10}B в клетках опухоли составляет 20-35 мкг/г, что приблизительно соответствует 10^9 атомов ^{10}B на клетку. В связи с этим стоит задача разработать технологию, позволяющую изучить динамику накопления бора непосредственно в организме, для того чтобы выбрать время начала лучевого воздействия и рассчитать поглощенную дозу в опухоли и окружающих тканях для конкретных онкологических больных [3].

Заключение. Перспективным подходом в лечении ряда злокачественных опухолей, в первую очередь трудноизлечимых, представляется бор-нейтронозахватная терапия, что обусловлено ее избирательным воздействием непосредственно на клетки злокачественных опухолей. Возможности БНЗТ активно изучаются уже более полувека. Сегодня получают развитие такие направления, как повышение качества нейтронных пучков, селективная до-

тавка ^{10}B к опухоли, создание оптимальной концентрации ^{10}B в клетках опухоли.

Литература: 1. Альбертинский, Б. И. Источник высокого напряжения для ускорителей ионов и электронов на 2 МэВ / Б. И. Альбертинский, И. В. Курицына, О. Ф. Николаев, О. Б. Овчинников // Приборы и техника экспериментов. – 1971. – № 3. – С. 43-46. 2. Давыдов, М. Г. Биологическое действие ионизирующих излучений: учеб. пособие. – Ростов н/Д. – 2007. – С. 20-23. 3. Каныгин, В. В. Возможности бор-нейтронозахватной терапии в лечении злокачественных опухолей головного мозга / В. В. Каныгин, А. И. Кичигин, Н.В. Губанова, С. Ю. Таскаев // Вестник рентгенологии и радиологии. – 2015. – № 6. – С. 36-42. 4. Кононов, О. Е. Источник нейтронов для борнейтронозахватной терапии на основе реакции $^7\text{Li}(p,n)^7\text{Be}$ вблизи порога / О. Е. Кононов, В. Н. Кононов, Н. А. Соловьев // Атом. энергия. – 2003. – Т. 94. – № 6. – С. 469-472. 5. Таскаев, С. Ю. Бор-нейтронозахватная терапия / С. Ю. Таскаев, В. В. Каныгин. – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2016. – 216 с. 6. Zahl, P. Physical and biological considerations in the use of slow for cancer therapy / P. Zahl, F. Cooper // Radiology. – 1941. – V. 37. – P. 673-682. 7. Hopewell, J. W. Boron neutron capture therapy for newly diagnosed glioblastoma multiforme: an assessment of clinical potential / J. W. Hopewell, T. Gorlia et al. // Appl. Radiat. Isot. – 2011. – P. 40-69. 8. Nakagawa, Y. Clinical review of the Japanese experience with boron neutron capture therapy and proposed strategy using epithermal neutron beams / Y. Nakagawa, K. Pooh, T. Kobayashi, T. Kageji // J. Neuro-Oncol. – 2003. – V. 62. – P. 87-99.

УДК 311/316.423.2

ВОЕВодОВА О.Ф., МОРОЗОВА А.О., студенты (3 курса, ФВМ)

Научные руководители **БАЗЫЛЕВ М.В., ЛИНЬКОВ В.В.,** канд. с.-х. наук, доценты

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

АНАЛИЗ МОЩНОСТИ ДОЗЫ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

Введение. 26 апреля 2023 года исполнится ровно 37 лет со времени тех трагических событий Чернобыльской аварии 1986 года, которые совершенно перевернули внешний и внутренний мир до- и после – на обширных пространствах многих государств мира, в первую очередь в нашей родной Беларуси, нашей старшей сестре России и, конечно, на территории соседней Украины, где случилась крупномасштабная техногенная катастрофа с большими негативными последствиями в экологическом плане [1–5, 7, 8]. В настоящее время Министерством здравоохранения Республики Беларусь осуществляются серьёзные научные исследования эконометрических измерений уровня здоровья населения с применением методов дискретного пространственного моделирования ситуации на территории по социально-гигиеническим, социально-

экономическим и экологическим показателям [1]. В этой связи, представленные на обсуждение материалы динамики показателей мощности дозы гамма-излучения в отдельных населённых пунктах Могилёвского региона Беларуси, являются актуальными, представляющими научно-практический интерес.

Цель и задачи исследований. Главная цель исследований заключалась в анализе показателей измерений гамма-фона, их поквартальной динамике за годы изучения и, выработке предложений по минимизации последствий воздействия повышенного гамма-фона на жизнь и деятельность населения. Для достижения поставленных целей производилось изучение статистических показателей измерения гамма-фона в отдельных населённых пунктах Могилёвской области (по данным Белгидромета); осуществлялся анализ полученных данных и их интерпретация.

Материал и методы исследований. Исследования проводились с использованием данных официальной государственной информации (свободного доступа) за все кварталы 2020–2022 годов, при изучении измерений мощности дозы гамма-излучения (в мкР/час) в таких населённых пунктах Могилёвской области, как Могилёв (измерение раз в 10 дней) и, с ежедневными измерениями в Бобруйске, Горках, Костюковичах, Мстиславле и Славгороде [2]. Методика исследований общепринятая. Методологическая база исследований состояла из использования методов сравнения, логического, синтеза, прикладной математической статистики. Все исследования выполнялись в рамках работы студенческого научного кружка кафедры агробизнеса УО «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины».

Результаты исследований. Мониторинг радиационной обстановки в нашей стране осуществляется при использовании специальной инструкции «Инструкция по технологии работ по организации и проведению радиационного мониторинга», утвержденной приказом Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 30.04.2021 г. № 151 – ОД [2, 3]. Сегодня в Беларуси действуют 41 пункт наблюдений радиационного контроля, на которых осуществляются измерения мощности дозы гамма-излучения, суммарной бета-активности естественных осадков и выпадений из атмосферного фронта, радиоактивных аэрозолей воздуха, содержание гамма-излучающих радионуклидов в объединённых пробах [2].

Проведенные исследования величины мощности дозы гамма-излучения в некоторых населённых пунктах Могилёвской области позволили сгруппировать полученные данные в таблицу 1.

Таблица 1 – Динамика мощности дозы гамма-излучения в отдельных населенных пунктах Могилевской области за годы изучения (составлено по [3] и собственным расчетам)

Населенные пункты	Годы исследований, кварталы												Сре днее
	2020				2021				2022				
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
Бобруйск	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11,0
Горки	12	12	12	12	11	12	12	12	11	11	12	11	11,7
Костюковичи	10	11	11	11	10	10	11	11	11	10	11	11	10,7
Могилев	12	12	12	12	11	12	12	12	11	12	12	12	11,8
Мстиславль	12	12	12	12	11	11	12	12	11	13	13	12	11,8
Славгород	19	19	19	19	19	19	19	19	18	18	19	18	18,8
Среднее	12,7	12,8	12,8	12,8	12,2	12,5	12,8	12,8	12,2	12,5	13,0	12,5	12,6

Из таблицы 1 видно, что по большинству изучаемых населенных пунктов Могилевщины наблюдается устойчивый гамма-фон в пределах нормируемых показателей (20,0 мкР/час), с высокой стабильностью по кварталам года (2020–2022 гг.) в очень крупном промышленном городе региона Бобруйск (209,675 тыс. жителей на 01.01.2022 г.) – в среднем 11,0 мкР/час, по остальным городам наблюдаются незначительные отклонения изучаемого показателя: в Могилёве и Мстиславле в среднем 11,8 мкР/час, в Горках и Костюковичах 10,7, в Славгороде 18,8 мкР/час. При этом, замечено некоторое снижение «нагрузки» гамма-фона в зимние месяцы года (I–IV кварталы), подтверждаемое анализом средних значений поквартальных измерений [6].

Анализ изучаемой литературы позволяет предложить следующие направления минимизации последствий воздействия повышенного гамма-фона на жизнедеятельность населения: учёт социально-экономических и социокультурных рисков, связанных с действием повышенной радиации; использование нормативных показателей, регулирующих воздействие радиационного фона на объекты живой природы; проведение обеззараживающих мероприятий в отношении объектов, подвергшихся радиоактивному воздействию; очистка пищевой продукции, рекреационный экологический туризм.

Закключение. Таким образом, результаты исследований свидетельствуют о наличии возможностей улучшения среды жизнедеятельности населения.

Литература. 1. Ключенович, В. И. Социально-гигиенический мониторинг и его роль в реализации целей устойчивого развития / В. И. Ключенович // Экологическая безопасность 1991–2021 : материалы заочной научно-практической конференции, посвященной юбилейной дате образования РУП «Бел НИЦ «Экология». – Минск : РУП Бел НИЦ Экология, 2021. – С. 32–35. 2. Радиационная обстановка в Беларуси на сегодня [Электронный ресурс] / ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» Минприроды Республики Беларусь, 2021. – Режим доступа : <https://rad.org.by/monitoring/radiation> . – Дата доступа :

04.03.2023. 3. Радиационная обстановка на территории Республики Беларусь [Электронный ресурс] / ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» Минприроды Республики Беларусь; Радиационная обстановка 1 кв. 2022. – Режим доступа : <https://rad.org.by/articles/radiation/radiacionnaya-obstanovka-1-kv-2022> . – Дата доступа : 05.03.2023. 4. Санитарные правила и нормы 2.6.2.11-4-2005 «Гигиенические требования по ограничению облучения населения за счёт природных источников ионизирующего излучения» / Постановление главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 01 апреля 2005 г. № 36., 42 с. – Режим доступа : https://minzdrav.gov.by/upload/lcfiles/text_tnpa/000390_934_622_Gigiena_2613_2005_36_san.pdf . – Дата доступа : 06.03.2023. 5. Социокультурная политика органов власти Республики Беларусь на территории крупнотоварного агрохозяйства ОАО «Александровское» Шкловского района: стимулирование производства сельскохозяйственной продукции / М. В. Базылев [и др.] // Современные научные изыскания в сфере государственного и муниципального управления : материалы научно-практической конференции (с Международным участием), посвященной Дню Российской науки (г. Луганск, 8 февраля 2023 г.). – В 2-х частях, Ч. 2. – Луганск :Ноулидж, 2023. – С. 17–26. 6. Численность населения на 1 января 2022 г. и среднегодовая численность населения за 2021 год по Республике Беларусь в разрезе областей, районов, городов, поселков городского типа: статистический бюллетень / Ж. Н. Василевская, 2022. – Минск : Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2022. – 30 с. 7. Tamburelli, G. Chernobyl – Experience and Perspectives of International Cooperation and Environmental Protection / G. Tamburelli, T. O. Kovalenko // Hungarian Journal of Legal Studies. – 2019. – Vol. 60. – № 2. – Pp. 185–208. 8. Thirty years after the Chernobyl accident: What lessons have we learnt? / N. A. Beresford [ets.] // Journal of Environmental Radioactivity. – 2016. – Vol. 157. – Pp. 77–89.

УДК 631.145: 614.876

ГОЛЯКОВА Д.С., студент (2 курса, ФВМ)

Научный руководитель **ЛАНЦОВ А.В.**, ст. преподаватель

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

ВЕДЕНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Введение. В настоящее время каждый человек слышал такое слово как «Радиация». Радиация это глобальная проблема нашей планеты. Ночью 26 апреля 1986 году произошла авария на Чернобыльской АЭС, все города вблизи 200 км были эвакуированы, так как люди на тот момент не понимали, что собой представляет радиационное излучение. Первыми на место аварии прибыли пожарные, которые получили ожоги по всему телу, и не многим удалось выжить. Радиоактивные вещества выбрасывались в момент взрыва

так и после него в течение длительного времени. В 30 километровой зоне от очага радиационного излучения погибли все леса, которые не выдержали страшного радиационного удара. Такой лес получил название «рыжий лес». Сильнее всего радиация подействовала на хвойные леса, так как они оказались наиболее чувствительными, чем смешанные и лиственные. Спустя некоторое время большая часть «Рыжих сосен» была снесена бульдозерами и захоронена. На данный момент экосистема территории понемногу восстанавливается. Выживаемость животных в зоне загрязнения радиационным излучением вызывает больше всего вопросов у исследователей. Животные приобрели устойчивость к радиации за счет естественного отбора во многих поколениях. Во всей зоне отчуждения, включая город Припять, водятся лоси, олени, лисы, медведи, еноты и т.д. Лучшее всего катастрофу перенесли мелкие грызуны и мыши, их популяция несколько не сократилась. Хуже всего перенесли радиационный удар птицы, но они сумели выжить, несмотря на то, что популяция сократилась [1].

Целью исследования является изучение возможности ведения хозяйственной деятельности на зараженной радионуклидами территории.

Материалы и методы исследования. Методологию исследования составили эмпирические и теоретические научные методы, такие как: контент-анализ, изучение, обобщение, сравнение.

Результаты исследований. Радиация не обошла стороной и сельскохозяйственную деятельность. Известно, что почва – это плодородный слой земли. Но под воздействием радиации в ней накапливаются радионуклиды. В РБ сельскохозяйственное производство ведется на 1347,2 тыс.га. земель, угоды с плотностью загрязнения 1-5 Ки/км² занимают 933,2 тыс.га., 5-15 Ки/км² - 352,1 тыс.га., 15-40 Ки/км² - 61,0 тыс. га., >40 Ки/км² - 0,9 тыс.га. [3].

Радионуклиды представляют собой радиоактивные изотопы химических элементов с различными массовыми числами, они модифицируются с образованием ионизирующих излучений. Эти излучения действуют на молекулы и ткани живых организмов, способствуя возникновению свободных радикалов. Свободные радикалы вызывают воспалительные процессы в организме, блокируют ферментативную активность, влияют на гены, вызывая обновление РНК и ДНК. В городах, где почвы загрязнены радиационным излучением, выделяют радионуклиды с различными периодами распада, такие как прометий – 147, церий – 144, цезий – 137, рутений – 106 и рутений – 103, стронций – 90. Для живых организмов наибольшую опасность представляет стронций – 90. Для того чтобы урегулировать наличие радионуклидов проводят агротехнические, агрохимические и прочие мероприятия, которые помогают уменьшить переход опасных соединений из почвы в растения. Также существуют продукты, которые устраняют вредоносный эффект радионуклидов. Это ряд пищевых веществ может связываться с вредоносными радионуклидами и в последующем выводить их (галлаты, флавоноиды, пектиновые вещества).

Сельскохозяйственных угодий РБ заражено (555,1 тыс. га.) стронцием с плотностью более 0,15 Ки/км². Радиация в больших дозах губительна для

растений, а малые, наоборот. Растения при малой дозе радиации развиваются лучше и становятся крепкими, а так же могут лучше переносить неблагоприятные условия [2].

Сельское хозяйство на загрязненных почвах, где повышенный уровень радиации – невозможен. Так как при повышенной радиации погибают все микроорганизмы, которые находятся в земле. При пониженном уровне радиации в почву вносят удобрения, которые стимулируют образование благоприятных условий, а так же регулируют азотное питание растений, применяют средства для защиты растений [4].

Вода также была подвержена радиоактивному загрязнению, как и земля. Радиационное загрязнение воды очень опасно, так как жидкость способна проникать повсюду.

Заключение. Проблема радиоактивного загрязнения, охватывает огромную территорию. Это многолюдные места, территория лесов и сельскохозяйственные угодья. Чтобы уменьшить уровень загрязнения, проводятся различные усилия, например, контроль состояния воды, продуктов питания и древесины. Проводится дезактивирование некоторых социальных объектов и восстановление загрязнённых территорий. Также проводится захоронение радиоактивных веществ и отходов. На основании анализа экологической ситуации можно сделать вывод, что следует говорить, скорее не об итоговом решении проблемы, а о перспективах сдвига насущных проблем, с целью улучшения взаимоотношений человека с природой. «Когда земля больна и заражена, здоровье человека невозможно. Чтобы излечить себя, мы должны излечить нашу планету, а чтобы излечить нашу планету, мы должны излечить себя» (Бобби Маклеод).

Литература. 1. Алиев Р.А., Калмыков С.Н. Радиоактивность. – М.: Лань, 2013. – 304с. 2. Булдаков Л.А., Калистратова В.С. Радиоактивное излучение и здоровье. – М.: Информ – Атом, 2013. – С. 165. 3. Паскевич С. А. Чернобыль. Реальный мир / С. А. Паскевич, Д. Вишневский. – М.: Эксмо, 2011. – 186 с.: ил. 4. Ильязов Р. Г. Уроки Чернобыльской катастрофы / Р. Г. Ильязов // Экология и жизнь. – 2011. - №4. – 48-54 с.

УДК 614.876

ДАРАСЕВИЧ А.С., студент (3 курса, ФВМ)

Научный руководитель **КЛИМЕНКОВ К.П.**, канд. вет. наук, доцент

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

РАДИАЦИОННАЯ ПОЛИТИКА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Введение. Вопросы, связанные с радиационной безопасностью населения, постоянно находятся на контроле в правительстве Республики Беларусь. Это подтверждают принятые законы и постановления в области радиационной безопасности и ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС: «О социальной защите граждан, пострадавших от катастрофы на Чернобыльской АЭС, других радиационных аварий», «О правовом режи-

ме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС», «О радиационной безопасности», «О контроле радиоактивного загрязнения» и др. Реализуются положения нормативных документов по организации и проведению работ с источниками ионизирующего излучения (гигиенический норматив «Критерии оценки радиационного воздействия»). Претворяется в жизнь Государственная программа по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2021–2025 годы. Периодически пересматриваются нормативные допустимые уровни загрязнения продукции радионуклидами в сторону их ужесточения. Так за период, прошедший с момента аварии на ЧАЭС (1986 г.) и по настоящее время их изменяли 8 раз.

Материалы и методы исследований. В процессе исследований проводился научно-теоретический поиск и анализ электронных ресурсов с целью определения современной радиоэкологической политики в Республике Беларусь.

Результаты исследований. В результате катастрофы на ЧАЭС радиоактивному загрязнению подверглись более 1,8 млн га сельхозугодий, около 20% их общей площади, из которых 106 тысяч га были исключены из землепользования в первый год после катастрофы. Площадь загрязнения территории, где плотность содержания в почве цезия-137 превышала 37 кБк/м², составила 46,45 тыс. км². До чернобыльской катастрофы загрязнение цезием-137 территории республики за счет глобальных выпадений было в пределах 1,5-1,9 кБк/м². Стронцием-90 с уровнем содержания его в почве 5,5 кБк/м² и выше было загрязнено 21,1 тыс. км², что составило 10% территории. Загрязнение почвы изотопами плутония-238, 239, 240 с уровнем выше 0,37 кБк/м² составило по площади около 4,0 тыс. км² (почти 2% территории). Имелись места, где уровни загрязнения территории составляли 3700 кБк/м² и выше.

Основные массивы загрязненных пахотных земель и луговых угодий сосредоточены в Гомельской (66%) и Могилевской (24%) областях. В Брестской, Гродненской и Минской областях их доля от общей площади загрязненных земель в республике составила 4,5; 3,0 и 2,5 % соответственно. Несмотря на то, что после катастрофы прошло 37 лет, проблема получения сельскохозяйственной продукции на загрязненных землях с допустимым содержанием радионуклидов по-прежнему актуальна и решается. За последние годы в общественном секторе производится продукция, соответствующая допустимым уровням содержания в ней радионуклидов цезия-137 и стронция-90 (основные дозообразующие радионуклиды в настоящее время). Регистрируются отдельные случаи превышения радионуклидов по активности в продукции личных хозяйств на загрязненных территориях и в «дарах природы» (грибы, ягоды, дичь).

В мире альтернативе атомной энергетике в ближайшие годы нет. Это актуально и для Республики Беларусь. 18 апреля 2000 года в итоговом документе проходившей в Минске международной научно-практической конференции «Беларусь и атомная энергетика» записано, что в течение 10 лет нецелесообразно начинать строительство атомной станции, но необходимо

продолжать работы по подготовке и развитию атомной энергетики в будущем. Вопрос использования ядерной энергии – вопрос энергетической безопасности.

В республике к 2008 году было подготовлено и разработано технико-экономическое обоснование к строительству АЭС. Строительство Белорусской АЭС в Островецком районе Гродненской области, которая первоначально по плану будет иметь два водоводяных реактора (ВВЭР-1200), началось в 2013 году совместно с госкорпорацией «Росатом». На этой площадке в перспективе (при необходимости) возможно строительство 3 и 4 энергоблоков. Существует возможность и рассматривается вопрос строительства в Республике Беларусь других АЭС в местах на площадках, подобранных с учетом геологических изысканий. Сначала на основе рекомендаций МАГАТЭ в 2007 году в качестве потенциальных площадок рассматривались Краснополянская и Кукшиновская (Могилевская область), но строится АЭС у северо-западной границы Беларуси, между агрогородками Ворняны, Гервяты и Михалишки, в 18 километрах от города Островец Гродненской области, в 40 км от столицы Литвы – Вильнюса.

Официальный запуск первого энергоблока состоялся 7 ноября 2020 года. Второй блок АЭС планируется включить в работу в апреле, а в промышленную эксплуатацию его введут в октябре 2023 года. Атомная станция позволяет экономить природный газ и вносит весомый вклад в укрепление энергетической безопасности страны. Первый энергоблок момента включения в энергосистему выработал примерно 13 млрд кВт/ч электроэнергии.

Деятельность правительства направлена теперь не только на преодоление последствий катастрофы на ЧАЭС, но и на недопущение аварий на БелАЭС. По данным Минэнерго республики БелАЭС отвечает всем требованиям ядерной безопасности, что неоднократно подтверждалось такими международными организациями, как МАГАТЭ, ENSREG, Всемирная ассоциация организаций эксплуатирующих атомные станции.

Решение о строительстве белорусской атомной электростанции продиктовано не политическими амбициями, а необходимостью обеспечить энергетическую безопасность страны в условиях истощения мировых запасов газа и нефти, перебоев с поставками и все возрастающих цен на энергоресурсы. В мире 17% всей электроэнергии вырабатывается на АЭС. В Российской Федерации на 11 АЭС функционируют 37 энергоблоков, в США насчитывается 93 энергоблока на АЭС, в Франции – 98. В Украине 5 АЭС из которых 4 действующие (Ровенская – 4 реактора, Хмельницкая – 2 реактора, Южно-Украинская – 3 реактора, Запорожская – 6 реакторов). Чернобыльская АЭС выведена из эксплуатации. В последнее время внимание мирового сообщества приковано к Запорожской АЭС. Эта атомная электростанция считается крупнейшей на европейском континенте и третьей в мире по производству энергии и количеству энергоблоков.

В тоже время за период эксплуатации ядерных реакторов в мире произошло несколько крупных аварий на АЭС: Уиндскейл (Великобритания,

1957), Три-Майл-Айленд (США, 1979), Сант-Лаурент (Франция, 1980), Чернобыль (СССР, 1986), Фукусима (Япония, 2011).

Важной составляющей для Республики Беларусь является ядерная военная безопасность, и как следствие согласовано размещение на территории республики тактического ядерного оружия Российской Федерации.

Заключение. На сегодняшний день Республика Беларусь стала ядерной державой и является полноценным участником глобального режима ядерной безопасности. Ионизирующее излучение и радиоактивные источники излучения широко используются в различных отраслях народного хозяйства республики, в радиационно-биологических технологиях.

Литература: 1. Чернуха, Г. А. Радиационная безопасность: учебное пособие для студентов сельскохозяйственных вузов / Г.А. Чернуха, Н.В. Лазаревич, Т. В. Лаломова - Минск : ИВЦ Минфина, 2006. – 236 с. 2. <https://president.gov.by/ru/events/sozdanie-sobstvennoj-aes-javljaetsja-bezalternativnym-variantom-garantii-natsionalnoj-bezopasnosti-belarusi-2691>. 3. <https://gosatomnadzor.mchs.gov.by/upload/iblock/7a5/cns-belarus-national-report-2022-ru.pdf>.

УДК 614.876

ДЕМИДЕНКО Е.О., студентка (3 курса, ФВМ)

Научный руководитель **НАУМОВ А.Д.**, доктор биологических наук, доцент УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

ЭФФЕКТЫ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ В РЕПРОДУКТИВНОЙ СИСТЕМЕ

Введение. Характерными особенностями радиационной ситуации после аварии на ЧАЭС являются доминирующая роль облучения щитовидной железы радионуклидами йода в начальный период, отсутствие больших доз кратковременного (острого) облучения, протяженный во времени характер облучения, со значительным вкладом внутреннего облучения за счет потребления загрязненных радионуклидами продуктов питания.

В связи с этим большое внимание уделяется вопросам состояния компенсаторно-восстановительных и адаптационных процессов облученного организма, контролируемых эндокринной системой, а также роли эндокринной системы в случае хронического воздействия радиации в малых дозах.

Материалы и методы исследования. Материалом исследования послужили научные работы зарубежных и отечественных специалистов связанных с изучением действия ионизирующей радиации на биологические объекты. Основные методы: теоретический анализ научных источников по исследуемой проблеме, обобщение и интерпретация представленных результатов.

Результаты и их обсуждение. В условиях действия малых доз ионизирующей радиации, в реализации «скрытых» лучевых нарушений значительно возрастает удельный вес опосредованных факторов [1, 2]. Изменения концентрации гормонов или их метаболизма не могут стать непосредственной причиной быстрой гибели облученного организма. Однако изменения гормонального гомеостаза могут явиться главной причиной нарушения процессов, находящихся под контролем нейроэндокринной системы и, таким образом, сказаться на жизнеспособности облученного организма, особенно в условиях хронического облучения.

К таким процессам относят атрофические и гипопластические состояния, нарушение процессов пролиферации и дифференцировки, а следовательно, и изменения репаративной регенерации, нарастающий иммунодефицит, снижение защитно-адаптационных реакций и устойчивости организма к развитию неоплазии и др. Отклонения в деятельности нейроэндокринной системы в известной мере усугубляют тяжесть соматических не стохастических эффектов, вероятность и степень проявления которых возрастают с увеличением дозы, превышающей пороговую, или поддерживают реализацию стохастических эффектов, вероятность возникновения которых не имеет порога и возрастает с увеличением дозы облучения [3, 4, 5].

Известно, что радиационный эндокринный синдром сопровождается целым комплексом нарушений тканевой структуры и функции эндокринных желез и особенно реактивности органов- и тканей-мишеней [4, 5].

Облучение, вызывая ускоренное созревание и овуляцию избыточных яйцеклеток, приводит к функциональной неполноценности части овуляторных ооцитов, следствием чего являются повышенная до- и постимплантационная гибель зародышей, а также снижение постнатальной выживаемости потомства

При остром лучевом поражении у крыс наблюдаются тяжелые деструктивные изменения во всех структурах яичников, угнетение их гормональной функции. Прогрессивно снижается масса яичников, уменьшается количество генеративных фолликулов, что в дальнейшем приводит к длительному или полному бесплодию. Через месяц после облучения имеется тенденция к нормализации их функции, в частности овуляторного полового цикла. Однако полного восстановления структуры яичников не происходит [4, 6].

Ряд исследователей отмечают, что первоначальное угнетение гормональной функции яичников наблюдается и при более низких дозах однократного облучения. Так, облучение половозрелых самок крыс в дозах 0,56-1,12 Гр приводит к снижению уровня общих стероидов и эстрадиола уже через 24 ч после облучения. Однако к 13-м суткам концентрация этих гормонов значительно повышается. Повторное снижение уровня гормонов обнаруживалось через 3-4 недели после облучения.

Увеличение степени облучения (2,24; 3,35; 5,6 Гр) сопровождалось более выраженным угнетением гормональной функции яичников, и глубина его зависела от дозы [4].

Следствием хронического лучевого воздействия являются опухоли эндокринных желез. Установлено, что частота опухолей в органах и тканях, подвергшихся непосредственному воздействию радиации, зависит от диапазона доз, с постепенным возрастанием пропорционально дозе. Оптимальная бластомогенная доза для опухолей молочных желез, гипофиза и яичников составляет от десятых долей до нескольких грей. Однако в большинстве исследований показано, что частота развития опухолей яичников максимальна при дозах в пределах 0,5-1,0 Гр и в значительной степени зависит от мощности дозы. На бластомогенное действие ионизирующего излучения существенное влияние оказывает возраст животного. Так, максимальный бластомогенный эффект ионизирующей радиации у мышей отмечен в период их половой зрелости [4, 8].

Считается, что ионизирующая радиация является лишь пусковым механизмом в сложной цепи последовательных событий, развивающихся в ходе облучения и приводящих к развитию опухолей. Решающее значение в развитии патологии репродуктивной системы имеет нарушение нейроэндокринных корреляций [9, 10, 11].

Закключение. Таким образом, выяснение молекулярных механизмов изменения эндокринной регуляции, в ходе развития острого и хронического радиационного воздействия при сравнительно малых дозах внутреннего и внешнего действия ионизирующей радиации – одна из наиболее актуальных в настоящее время проблем биологии и медицины.

Это обусловлено несколькими причинами, основными из которых являются радионуклидное загрязнение территории Беларуси после чернобыльской трагедии, рост заболеваемости в этих районах, в особенности нейроэндокринных дисфункций, и необходимость разработки методов прогноза, лечения и профилактики. Расшифровка механизмов, лежащих в основе гормон-рецепторной регуляции детородной функции, могла бы обеспечить прогресс в областях, как фундаментальной биохимии гормонов, так и прикладной медицинской эндокринологии и гинекологии.

Литература. 1.Алексеев, Л. В. Реакция организма животных на длительное облучение малыми дозами / Л. В. Алексеев, Е. Д. Соломина // Всесоюз. конф. по действию малых доз ионизир. радиации : тез. докл., Севастополь, окт. 1984 г. / АН СССР, Науч. совет по пробл. радиобиологии, АН УССР, Ин-т биологии южных морей им. А. О. Ковалевского. – Киев, 1984. – С. 39–40. 2. Цыб, А. Ф. Десять лет спустя после Чернобыля: итоги, проблемы и задачи / А. Ф. Цыб // Наследие Чернобыля : сб. науч. тр. / Администрация Калужской обл. [и др.]. – Калуга ; Обнинск, 1996. – Вып. 2 : Материалы научно-практической конференции «Медико-психологические, радиоэкологические и социально-экономические аспекты ликвидации последствий аварии на ЧАЭС по Калужской области»: (10 лет спустя) / [редкол.: А. Ф. Цыб (пред.) и др.]. – С. 13–23. 3. Вундер, П. А. Эндокринология

пола / П. А. Вундер ; АН СССР, Ин-т биологии развития им. Н. К. Кольцова. – М. : Наука, 1980. – 254 с. 4. Дедов, В. И. Радиационная эндокринология / В. И. Дедов, И. И. Дедов, В. Ф. Степаненко. – М. : Медицина, 1993. – 208 с. 5. Конопля, Е. Ф. Биологические эффекты действия малых доз ионизирующих излучений / Е. Ф. Конопля // Вес. Акад. наук БССР. Сер. біял. навук. – 1988. – № 6. – С. 60–65. 6. Балева, Л. С. Ближайшие и отдаленные эффекты радиационного воздействия на состояние здоровья детского населения / Л. С. Балева, И. В. Засимова, И. Н. Яковлева // Педиатрия. – 1989. – № 1. – С. 100–104. 7. Дедов, В. И. Некоторые данные и аспекты сравнительного изучения биологического действия внешнего и внутреннего облучения / В. И. Дедов // Изв. АН СССР. Сер. биол. – 1984. – № 6. – С. 946–947. 8. Ярмоненко С.П., Вайнсон А.А. Радиобиология человека и животных. М.: Высшая школа, 2004. 549 с. 9. Москалев, Ю. И. Отдаленные последствия воздействия ионизирующих излучений / Ю. И. Москалев, В. С. Калистратова. – М. : Медицина, 1991. – 464 с. 10. Москалев, Ю. И. Радиобиология инкорпорированных радионуклидов / Ю. И. Москалев. – М. : Энергоатомиздат, 1989. – 263 с. 11. Наумов, А. Д. Изменения в системе эндокринной регуляции овариально-менструальной функции у девочек-подростков, проживающих в условиях хронического действия ионизирующей радиации / А. Д. Наумов // Медико-биологические аспекты аварии на Чернобыльской АЭС. – 1997. – № 1. – С. 11–14.

УДК 616-001.2

ДУДАРЕВА Е. Ю., студент (3 курс, ФВМ)

Научный руководитель **КОВАЛЁНОК Н.П.**, магистр образования, старший преподаватель

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

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ

Введение. На протяжении многих веков усилия врачей и ученых были направлены на решение труднейшей задачи – совершенствование диагностики заболеваний, и они даже не представляли, что смогут увидеть внутреннее строение организма и даже смогут наблюдать за процессами, происходящими в организме в режиме реального времени. Потребность в методе, который позволил бы заглянуть внутрь организма, сделал бы его «прозрачным», не повреждая его, была огромной. Лучевой диагностике немного более 100 лет и за этот исторически короткий промежуток времени она вписала в летопись развития науки немало ярких страниц. В настоящее время лучевая диагностика с учетом клинико-лабораторных данных позволяет в 80-85% распознавать заболевания.

Материалы и методы исследования. В данной работе проведен обзор научной литературы об истории открытий, послуживших началом лучевой диагностики, основных принципах и возможностях современных методов лучевой диагностики. Методологию исследования составили эмпирические и

теоретические общенаучные методы: контент-анализ, изучение, обобщение, синтез, сравнение.

Результаты исследований. Лучевая диагностика – это наука о применении всех видов излучений и волн для изучения строения и функционирования органов и тканей в целях скрининга, профилактики и диагностики болезней.

Точкой отсчета в истории лучевой диагностики принято считать 1895 год, когда Вильгельм Конрад Рентген, проводя эксперименты с катодными лучами, открыл X-лучи. Он также обнаружил, что при прохождении X-лучей через ткани на фотопластинке формируется изображение костного скелета. Ученый провел 15-минутное облучение руки своей жены и получил изображение костей руки с обручальным кольцом на пальце. Это открытие стало первым в мире методом медицинской визуализации [2].

Спустя месяц после публикации Рентгена врачи города Дартмунд с помощью X-лучей увидели перелом руки. Три месяца спустя после открытия Рентгена итальянский физик Энрико Сальвиони создал первый рентгеноскопический аппарат, который состоял из рентгеновской трубки и флуоресцентного экрана с одной стороны и окуляра с другой. Человек помещался между рентгеновской трубкой и экраном, на котором даже в незатемненном помещении можно было видеть изображение [2, 3].

В 1919 г. врач Карлос Хьюсер (Аргентина) провел первое рентгенологическое исследование сосудистой системы с внутривенным введением контрастного вещества. В качестве контрастного вещества использовался йодид калия, благодаря которому сосуды становились непрозрачными для рентгеновских лучей. В 1927 г. португальский врач Эгас Мониц впервые реализовал метод рентгеновской ангиографии: получил изображение сосудов головного мозга [2].

В 50-х гг. прошлого века активно начала развиваться рентгехирургия, использующая для контроля проведения хирургических операций рентгеновское излучение, тем самым снижая инвазивность процедур [4].

На сегодняшний день успешно развивается цифровая (дигитальная) рентгенография с высокой разрешающей способностью, позволяющая снизить дозы облучения, дающая возможность хранения, передачи изображения на расстояния и формирования электронного архива с быстрым доступом.

В настоящее время существует большое количество методов рентгенологического исследования, позволяющих исследовать практически все органы и системы, и поэтому традиционная рентгенография остается одним из основных универсальных методов диагностики различных патологий организма [4].

Казалось, что методический арсенал рентгенологии исчерпан, но появление компьютерной томографии (КТ) совершило революционный переворот в рентгенодиагностике. Основателями компьютерной томографии являются математик Аллан Маклауд Кормак, теоретически обосновавший возможность получения информации и построения КТ-изображения, и инженер-

практик Годфри Ньюбол Хаунсфилд, реализовавший идею на практике. Впервые изображения внутренней структуры вещества головного мозга с указанием локализации зоны поражения были получены марте 1973 года [3].

Аппараты первого поколения были пошаговыми, делая по одному обороту на слой. Во втором поколении КТ использовался веерный тип конструкции. Третье поколение КТ ввело понятие спиральной компьютерной томографии, которая значительно уменьшила время проведения исследования. Аппараты четвертого поколения имели 1088 люминесцентных датчика, и при этом вращалась только рентгеновская трубка. Пятое поколение представлено мультиспиральными компьютерными томографами (мскТ) с возможностью полной 3D-реконструкции. В 1992 г. появились первые двухсрезовые мскТ томографы с двумя рядами детекторов, в 1998 г. – четырехсрезовые, в 2004 – 2005 гг. были представлены 32-, 64- и 128-срезовые мскТ томографы [4].

Магнитно-резонансная томография (МРТ) – метод исследования внутренних органов и тканей, основанный на явлении ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Физическое явление ЯМР было открыто в 1946 г. независимо друг от друга Блохом и Парселлом, которые получили Нобелевскую премию и основано на измерении электромагнитного отклика ядер водорода на возбуждение определенной комбинацией электромагнитных волн в постоянном магнитном поле высокой напряженности [1].

Датой появления МРТ принято считать 1973 г., после получения первого двухмерного ЯМР-изображения двух стеклянных капилляров, заполненных жидкостью профессором химии и радиологии Полом Лотербуром. Эта работа заложила основы МРТ-диагностики. В 1977 г. Дамадян продемонстрировал томограф, который можно было использовать для исследования всего тела. В этом же году Питер Мэнсфилд предложил эхопланарную томографию, позволившую значительно сократить время диагностики. В 1987 г. ученые впервые получили возможность в режиме реального времени не вскрывая грудную клетку наблюдать сердечный цикл человека [1].

Магнитно-резонансная томография (МРТ) за последние годы стала одним из ведущих методов неинвазивной диагностики.

Метод позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ) основан на регистрации гамма-лучей, возникающих в результате аннигиляции пары электрон-позитрон. Для проведения ПЭТ используют радиофармпрепараты, которые участвуют в различных метаболических процессах. ПЭТ позволяет получить функциональное изображение, основанное на избранных метаболических цепях. Первые клинические ПЭТ появились в начале 70-х гг. прошлого столетия и имели ряд недостатков: малая разрешающая способность, отсутствие возможности одновременного сбора информации для нескольких срезов, большая толщина срезов.

Современная позитронно-эмиссионная томография позволяет количественно оценить распределение радиоактивности на миллилитр или грамм ткани организма. Развитие и совершенствование ПЭТ связано с разработкой новых РФП, позволяющих изучить различные процессы метаболизма, транс-

порта веществ, лиганд-рецепторного взаимодействия, экспрессию генов и т. д. [4].

Первоначально предполагалось, что основной областью применения ПЭТ станет кардиология, но в настоящее время более 90% исследования с помощью ПЭТ проводят в онкологии. В настоящее время расширяются возможности позитронно-эмиссионной томографии для диагностики в неврологии.

ПЭТ непрерывно совершенствуется в области аппаратуры. Появляются новые ПЭТ аппараты, совмещенные с компьютерными томографами (ПЭТ/КТ). Эти системы позволяют за одно исследование получить функциональные и диагностические данные.

Заключение. Методы лучевой диагностики объединяют между собой использование для получения изображений разнообразные электромагнитные излучения, волны, магнитные поля, радиочастотные колебания и радиоактивные препараты, действующие или проходящие через исследуемый объект или испускаемый им. При этом фиксируется и анализируется взаимодействие излучения с органами и тканями. Обработка полученного материала позволяет получить изображение, которое используется для диагностики. Искусство диагностики состоит не в противостоянии и приоритетности какого-либо конкретного метода исследования, а в выборе наиболее целесообразного, информативного для каждого конкретного случая. Не возникает сомнений, что в повышении качества и уровня диагностических исследований, сокращении времени их проведения будущее принадлежит именно лучевой диагностике.

Литература: 1. Абалмасов, В. Г. Опыт использования магнитно-резонансной томографии в диагностике патологии щитовидной железы / В. Г. Абалмасов, Т. Д. Евменова, С. В. Мошнегуц // *Визуализация в клинике.* – 2000. – №17. – С. 22 – 24. 2. Линденбратен, Л. Д. Очерки истории Российской рентгенологии / Л. Д. Линденбратен. – М.: Видар, 1997. – 123 с. 3. Линденбратен, Л. Д. Радиология без иллюзий // *Мед. Визуализация.* – 1995. – №4. – С. 4-5. 4. Терновой, С. К. Перспективы развития методов лучевой диагностики / С. К. Терновой, В. Е. Синицын. – М.: Медицина, 2007. – С. 229-234.

УДК 631.95-539.16.04(476)

ДУДАРЕВА Е.Ю., студент (3 курса, ФВМ)

Научный руководитель **ЖУРОВ Д.О.**, канд. вет. наук, доцент

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

ТЕРАТОГЕННОЕ И МУТАГЕННОЕ ДЕЙСТВИЕ РАДИАЦИИ НА ОРГАНИЗМ ЖИВОТНЫХ

Введение. Двадцать первый век характеризуется повышением фона искусственной радиации. Среди факторов такого повышения особое значение имеют источники ионизирующих излучений, которые неустранимы и влияют на биосферу всей Земли. Атомная энергия становится фактором, оказываю-

щим влияние на весь органический мир. В связи с развитием ядерной энергетики и других областей применения ионизирующих излучений возникает реальная опасность повышения радиоактивного фона биосферы [1, 4].

На радиочувствительность живого организма оказывают влияние многие факторы. Но чем больше степень организации животного, чем более дифференцированы его ткани, тем больше оно чувствительно к радиации. Установлено, что при внешнем воздействии среднелетальная доза для человека равна 4,5 Гр, для черепах – 15 Гр, а для простейших – 1000 Гр и более. Давно известно, что ионизирующее излучение оказывает большое влияние и на развитие плода в утробе матери во время пренатального периода, что в последствии может привести к развитию всевозможных мутаций и пороков развития [2, 3]. В связи с этим, целью исследования явилось описание видов мутагенного и тератогенного воздействия ионизирующего облучения у животных.

Материалы и методы исследований. Методологический комплекс исследований включал следующие общенаучные методы: контент-анализ, изучение, обобщение, синтез, сравнение.

Результаты исследований. Экспериментальными исследованиями установлены общие закономерности реакций эмбриона, плода и особенности развития тератогенного эффекта при воздействии радиации. Радиационные эффекты могут быть схожи с действием других повреждающих факторов. Эти эффекты определяются дозой ионизирующего излучения и временем его воздействия. Ионизирующее излучение может вызвать внутриутробную гибель эмбриона и плода, уродства и аномалии развития, расстройства ряда функций органов.

Установлено, что в период внутриутробного развития организм обладает высокой чувствительностью к действию повреждающих факторов. Основными этапами антенатального развития являются: предимплантация, органогенез, фетогенез, которые характеризуются различной чувствительностью и возможными последствиями.

Кроме этого мутагенез, возникающий на этом этапе развития в большинстве своём проявляется мутациями не летальными, а хромосомными, которые, могут передаваться по наследству и быть причиной возникновения уродств в последующих поколениях.

Все органические поражения можно разделить на 4 группы дефектов: патология головного мозга, скелета, внутренних органов, центральной нервной системы.

К первой группе относится анэнцефалия (экзенцефалия), которая появляется у эмбрионов животных уже на 9 день развития. Данная патология представляет собой полное или частичное отсутствие костей свода черепа и мозга и не совместима с жизнью. Также развивается гидроцефалия – это грыжа головного мозга, появляется на 8,5–9 день развития плода. Анофтальмия – врождённое отсутствие глазного яблока. Также наблюдается расщепление верхнего неба и губы, нарушения строения уха, вплоть до отсутствия

ушных раковин. Со стороны органов зрения отмечается микрофтальмия и анофтальмия.

Появляются и аномалии развития скелета, связанные с уменьшением размеров и деформации черепа, уменьшением или отсутствием (атрезией) хвоста, деформацией хвостовых позвонков, позвоночника, ребер, коротколапостью, полидактилией, олигодактилией, нарушением развития зубов, укорочение челюстей («щучий прикус»). Возможны также аномалии развития внутренних органов, что в основном проявляется отсутствием или появлением подковообразной почки, заращением мочеиспускательного канала, пороками сердца, заращением заднепроходного отверстия.

Наряду со снижением веса и размеров тела обнаруживается уменьшение массы внутренних органов (особенно селезенки и головного мозга), уменьшение окружности головы.

Радиационные эффекты могут возникать при гибели глиальных или нейронных клеток–предшественников во время митоза либо в результате гибели постмитотических, но все еще незрелых нейронов или гибели «клеток–поводырей» – мигрирующих нейронов. Кроме того, при высоких дозах (1,8 – 5,5 Гр) может наступать поражение красного костного мозга и снижение эритропоэза с уменьшением транспорта кислорода к головному мозгу плода.

В период имплантации независимо от дозы, ионизирующее излучение повышает частоту генных и хромосомных мутаций, причем нелетальные мутации стойко передаются из поколения в поколение и являются причиной различных уродств потомства.

Воздействие радиации в период органогенеза вызывает тератогенный эффект – различные пороки развития: нарушения роста, развития, гибель новорожденного. А при облучении в плодный период у потомства возникают изменения, характерные для лучевого поражения – лейкопения, тромбоцитопения, геморрагические явления, изменения со стороны иммунной, эндокринной и других систем. Важно отметить, что последствия облучения эмбриона и плода животного заметно не отличаются.

Заключение. Таким образом, радиация в определённых дозах, даже если она мала, может вызвать необратимые процессы в развитии и росте эмбриона, плода и привести к смерти или развития у него и потомства отдаленных последствий облучения – появления уродств и пороков развития.

Литература. 1. Башлыкова, Л. А. Чувствительность к химическому мутагену животных, обитающих в условиях повышенного радиационного фона, и мышей линии AF после хронического облучения / Л. А. Башлыкова // VII съезд по радиационным исследованиям (радиобиология, радиоэкология, радиационная безопасность) : тез. докл., Москва, 21–24 октября 2014 года. – Москва: Российский ун-т Дружбы народов, 2014. – С. 20. 2. Березовский, Б. С. Функциональные и структурные изменения у животных в латентный период поражения малой бластомогенной дозой стронция-90 : специальность 03.00.01 : автореф. дисс. ... док. биол. наук / Березовский Борис Сергеевич. – Москва, 1974. – 42 с. 3. Зарванская, С. А. Оценка некоторых показателей состояния крупного рогатого скота в отдаленный период после аварии на

Чернобыльской АЭС : специальность 03.00.01 : автореф. дисс. ... канд. биол. наук / Зарванская Светлана Андреевна. – Москва, 2004. – 24 с. 4. Саврасов, Д. А. Ветеринарная радиобиология : уч. пособие / Д. А. Саврасов, А. А. Михайлов ; ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. – Воронеж : Воронежский гос. аграрный ун-т им. Имн. Петра I, 2017. – 118 с.

УДК 614.876

ДЯТКО А.А., БЕРНСТ О.Д. студенты (3 курса, ФВМ)

Научный руководитель **КУРИЛОВИЧ А.М.**, канд. вет. наук, доцент

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

СРАВНЕНИЕ АВАРИЙ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС И АЭС ФУКУСИМА

Введение. Аварии на АЭС одни из самых страшных событий в современной истории, т.к. это грозит огромными проблемами в экологии планеты. При данных событиях происходит выброс огромного количества радиоактивных веществ, что создаёт радиоактивное заражение атмосферы и местности легколетучими радионуклидами (йод, цезий и стронций). Также от огромного количества радиации страдают проживающие недалеко люди и животные.

Материалы и методы исследования. Материалом является научно-методическая литература по проблеме исследования, источники сети интернет. Методы исследования — теоретико-аналитический, обобщение данных.

Результаты исследования. Официальной причиной взрыва реактора на станции считается произошедшее в марте 2011 года землетрясение и цунами, которые вывели из строя внешние средства электроснабжения и резервные генераторы. Это стало причиной отключения всех систем нормального и аварийного охлаждения, и привело к расплавлению активной зоны реакторов.

Операторы ЧАЭС совершили ряд ошибок и нарушений во время проводимых испытаний, которые рассматривались в качестве главных причин катастрофы. Однако затем МАГАТЭ внесло поправки в заключение. Реактор на АЭС обладал рядом конструктивных недостатков и на 1986 год имел целый ряд нарушений правил ядерной безопасности. Два из них имели отношение к причинам аварии. Недостатки, о которых идет речь, не были отражены в документах, что в свою очередь привело к ошибочным действиям персонала и созданию условий для аварии.

По международной шкале ядерных событий, разработанной МАГАТЭ, авариям на АЭС в Чернобыле и Фукусиме был присвоен 7-ой уровень, что является максимумом.

При присвоении уровня учитываются:

- Дозы облучения, полученные населением.
- Выбросы радиоактивных материалов из установки.
- Ущерб, нанесённый окружающей среде.

Однако по своим последствиям худшей ядерной катастрофой остается авария на ЧАЭС. Ее последствия ощутила Украина, Белоруссия и Россия. Радиоактивное облако также достигло территории Европы.

Что касается аварии на АЭС “Фукусима”, то тут, помимо Японии другие страны пострадали в меньшей степени. Между тем радиоактивное загрязнение продолжает просачиваться через грунтовые воды в океан.

После взрыва на ЧАЭС в окружающую среду были выброшены такие элементы как радиоактивный йод, цезий-137, стронций-90, плутоний-238,-239,-240.

В наибольшем количестве йод выпал в ближней зоне ЧАЭС, в Брагинском, Хойникском, Наровлянском районах Гомельской области, где его содержание в почвах составило 37000 кБк/м² и более.

Цезий-137 выпал неравномерно. После катастрофы на ЧАЭС на 136,5 тыс. км² (66 %) территории Беларуси уровни загрязнения почвы цезием-137 превышали 10 кБк/м². Загрязнение носит неравномерный, характер. Основные пятна: ближняя зона Чернобыльской АЭС, куда входит и 30-км зона вокруг самой станции. Уровни загрязнения почвы цезием-137 этой территории очень высоки, максимальные значения в некоторых местах превышали 37000 кБк/м². В остальных же пятнах загрязнение в основном не превышает 185 кБк/м².

Загрязнение территории республики стронцием-90 произошло более локально, по сравнению с цезием-137. Уровни загрязнения почвы этим радионуклидом выше 5,5 кБк/м² обнаружены на площади 21,1 тыс. км², что составило 10% от территории республики Беларусь. Максимальные уровни стронция-90 обнаружены в пределах 30-км зоны ЧАЭС и достигали величины 1800 кБк/м² в Хойникском районе Гомельской области.

Загрязнение почвы изотопами плутония с плотностью более 0,37 кБк/м² охватывает почти 2 % площади республики Беларусь. Эти территории преимущественно находятся в Гомельской области и Чериковском районе Могилевской области. Загрязнение изотопами плутония с высокой плотностью более всего характерно для 30-км зоны ЧАЭС. Самые высокие уровни наблюдаются в Хойникском районе - более 111 кБк/м².

Большую часть выброса после аварии на Фукусиме составили инертные газы и летучие элементы, вышедшие из топлива при его плавлении. Выход в окружающую среду стронция и плутония, был крайне ограничен. Всего в атмосферу было выброшено до 32 ПБк криптона-85, до 12 тысяч ПБк ксенона-131, до 400 ПБк йода-131, до 20 ПБк цезия-137. Указанное количество йода и цезия составило примерно 20 % от выброса соответствующих изотопов при Чернобыльской аварии. Около 80 % атмосферного выброса было вынесено далеко за прибрежную зону, где радиоактивные вещества постепенно осели на поверхность океана и были подхвачены океаническими течениями.

Вокруг обеих станций обустроили закрытые зоны: вокруг ЧАЭС 30-километровую зону и вокруг “Фукусимы” 20-километровую с возможностью расширения на 10 километров.

Заключение. Хотя авария на ЧАЭС и считается более крупной по загрязнению территории, авария на Фукусиме имеет далеко идущие последствия, которые пока не проявили себя, так как при взрыве в Чернобыле практически всё выбросило в воздух сразу, а на Фукусиме до сих пор медленно продолжается выброс радиоактивных веществ в окружающую среду.

Литература. 1. Авария на Чернобыльской АЭС и её последствия: Информация ГК АЭ СССР, подготовленная для совещания в МАГАТЭ (Вена, 25...29 августа 1986г.). 2. Григорьев, А.А. Экологические уроки прошлого и современности. - Л.: Наука, 1991. - 252 с. 3. http://www.iaea.org/press/?page_id=97 Пресс-центр МАГАТЭ. Отчеты о процессах, происходящих на АЭС «Фукусима».

УДК 615.849

ЖДАНОВА Н.А., студент (2 курс, ФВМ)

Научный руководитель **ТОЛКАЧ А.Н.**, старший преподаватель

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

СЦИНТИГРАФИЯ КАК МЕТОД РАДИОНУКЛИДНОЙ ДИАГНОСТИКИ

Введение. Сцинтиграфия – это метод исследования, основанный на использовании радиоактивных изотопов, способных выделять излучение. В данной статье будет рассмотрена общая методика проведения сцинтиграфии.

Материал и методы исследования. Материалом исследования послужили научные работы специалистов, связанные с исследованиями в данной области. Применяли следующие методы: анализ, сравнение, обобщение и интерпретация представленных результатов.

Результаты исследований. Сцинтиграфия – это безопасный и эффективный метод исследования, позволяющий обнаружить нарушения функционирования внутренних органов и тканей. Подготовка к исследованию проста и не требует особых усилий со стороны пациента [1].

Перед началом исследования пациенту вводят радиоактивный препарат. В зависимости от цели исследования, радиоактивный препарат может быть введен внутривенно, внутримышечно, внутрь или в виде аэрозоля. После введения радиоактивного препарата пациенту дают некоторое время на распределение радиоизотопа по организму. Внутриклеточные процессы, происходящие в тканях и органах, могут влиять на накопление и распределение радиоактивных маркеров в организме. Например, если клетки органа метаболически активны и требуют больше энергии, то они могут активнее накапливать радиоактивные маркеры. В этом случае сцинтиграмма может показать более высокую радиоактивность в этом органе или ткани.

Затем пациента помещают в специальный аппарат – гамма-камеру. Гамма-камера представляет собой устройство, которое регистрирует излучение, испускаемое радиоактивным препаратом. При этом получают изображения внутренних органов и тканей.

Во время исследования пациент должен лежать на спине или на животе, в зависимости от того, какие органы и ткани исследуются. При этом пациент не должен двигаться и говорить, так как это может повлиять на точность полученных результатов.

Продолжительность исследования зависит от того, какие органы и ткани исследуются, и может составлять от нескольких минут до нескольких часов.

После окончания исследования пациент может вернуться к обычной жизни. Радиоактивный препарат выводится из организма через мочу и кал в течение нескольких дней.

Для проведения сцинтиграфии используются радиоизотопы, которые являются источниками излучения и могут быть обнаружены при помощи специальных детекторов. В зависимости от типа исследуемого органа или ткани, а также от задачи исследования, могут использоваться различные радиоизотопы. Рассмотрим некоторые из наиболее распространенных радиоизотопов, используемых при сцинтиграфии [2].

Технеций-99м- это один из наиболее широко используемых радиоизотопов для проведения сцинтиграфии. Технеций-99м имеет короткий период полураспада (6 часов) и является относительно безопасным для пациентов. Он может быть связан с различными молекулами и использован для исследования различных органов и тканей, таких как сердце, почки, печень, кости, щитовидная железа и др.

Йод-131 используется для исследования щитовидной железы. Йод-131 имеет длительный период полураспада (8 дней), что может означать более длительный период наблюдения за пациентом после введения радиоактивного препарата.

Флуор-18 используется для исследования мозга и сердца. Флуор-18 имеет короткий период полураспада (2 часа) и может быть связан с различными молекулами, такими как глюкоза.

Галлий-67 используется для исследования опухолей и воспалительных процессов в организме. Галлий-67 имеет длительный период полураспада (3,3 дня) и может быть связан с белками, которые собираются в области опухоли или воспаления.

Индий-111. Этот радиоизотоп используется для исследования опухолей и воспалительных процессов. Индий-111 имеет длительный период полураспада (2,8 дня) и может быть связан с белками, которые собираются в области опухоли или воспаления.

Серебро-111. Этот радиоизотоп используется для исследования опухолей и лечения лимфом. Серебро-111 может быть связан с молекулами, которые собираются в области опухоли или лимфоидных узлов[2].

Кроме того, существуют и другие радиоизотопы, которые могут быть использованы для проведения сцинтиграфии в зависимости от конкретной задачи исследования.

Заключение. Несмотря на некоторые ограничения и недостатки, сцинтиграфия является важным и незаменимым методом диагностики во многих

областях медицины. Ее преимущества включают высокую чувствительность, возможность оценки функциональных параметров органов и тканей, безопасность и неинвазивность.

Литература.1. Ядерно-физические технологии в медицине / Черняев А. П. - Физика элементарных частиц и атомного ядра. 2012.Т. 43, вып. 2. 2.Сазонова, С.И. Радиофармпрепараты для сцинтиграфической визуализации очагов воспаления / С.И. Сазонова, Ю.Б. Лишманов // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2007. – 52 (4). – С. 73–82

УДК 614.876.084

ЗЕЛЕНЯ А.Н., студент (4 курс, агрономический факультет)

Научный руководитель **ШАГАКО Н.М.**, магистр, ассистент

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

*УО «Гродненский государственный аграрный университет» г. Гродно, Республика Беларусь

СОРБЦИОННЫЙ МЕТОД СНИЖЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В МОЛОКЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИОНООБМЕННЫХ СМОЛ

Введение. В настоящее время для извлечения радионуклидов из молока используются методы, основанные на сорбционных, осадительных и мембранных процессах.

Сорбционные методы, с использованием органических ионообменных смол и неорганических сорбентов различных типов используются, как правило, для удаления таких радионуклидов, как цезий-137, стронций-90 и йод-131 [1]. Показано, что использование неорганических сорбентов (синтетических и природных цеолитов, оксигидратов и ферроцианидов переходных металлов) более перспективно, в связи с их повышенной селективностью к ионам цезия и стронция, а также высокой химической, термической и радиационной стойкостью [2].

Осадительный метод используется, как универсальный способ. Основными недостатками данного метода является невысокая степень очистки растворов, что связано с отсутствием селективных методов [4].

Для очистки растворов от нерастворимых форм радионуклидов целесообразно использовать мембранные методы: микро-, ультра и нанофильтрация, обратный осмос, электродиализ, позволяющие отделить радионуклиды в коллоидном и дисперсном состоянии от основной массы растворимых неактивных солей [3].

Цель исследования заключалась в изучении сорбционного метода, основанного на физико-химических процессах ионного обмена с применением ионообменных смол.

Материалы и методы исследований. Проведен критический анализ источников научной литературы зарубежных и отечественных авторов, по-

священных радионуклидному составу молока, а также методам извлечения различных радионуклидов из растворов.

Результаты исследований. Ионообменные смолы представляют собой высокомолекулярные соединения, в каркасе которых имеются активные (ионогенные) группы, обладающие электрзарядами. Активные группы связаны ионной связью с подвижными ионами противоположного знака, способными к обмену с ионами электролита. Ионообменные смолы делятся на две группы – катиониты и аниониты [5].

Катионитами являются ионообменные смолы, имеющие активные группы кислотного характера и способные диссоциировать на малоподвижные анионы. Катиониты делятся на две основные группы: сильнокислотные и слабокислотные. Ионообменные смолы с активными группами основного характера, которые диссоциируют на малоподвижные анионы, относятся к анионитам [5].

Дезактивация молока методом ионного обмена с применением ионообменных смол основана на их способности обмениваться на катионы стронция-90 и цезия-137 или анионы йода-131, находящиеся в загрязненном молоке [1,3].

Максимальной селективностью и скоростью сорбции цезия обладают сорбенты на основе ферроцианидов переходных металлов (НЖС, ФС-2), клиноптилолит и фосфат циркония [1]. Повышенной селективностью к стронцию проявляют аминокарбоксильные амфолиты типа АНКБ, сульфокатионит КУ-2×8, синтетические цеолиты, а также сорбенты на основе смешанных оксидов марганца (III,IV) – ИСМА-3 и ИСМ-S [2]. Улучшенными сорбционными и кинетическими свойствами обладают волокнистые «наполненные» сорбенты с анионообменными смолами – АВ-17, ПОЛИОРГС в качестве наполнителей.

Очистка молока с применением ионообменных смол используется с целью дальнейшего использования его в продуктах питания [6]. Важно отметить, что после использования сорбентов значительно изменяются органолептические показатели молока [5].

Сорбционный метод имеет две разновидности. Первая – «дозированный обмен», а именно, смешивание смолы и загрязненного радионуклидами молока с последующей фильтрацией [3].

Вторая предусматривает использование ионообменных колонок, где загрязненное молоко пропускается через слой ионообменной смолы. Эксперименты по определению оптимальной скорости пропускания молока через ионообменные смолы варьируют в пределах 2,0-20,0 мл/мин. Отмечено, что при скорости пропускания ниже 11 мл/мин качество очистки снижается. Установлено, что качество очистки молока пропорционально высоте столба ионообменной смолы [5]. Для дезактивации 1 л молока в среднем требуется 35-40 г целлюлозного волокна.

В процессе проведения дезактивации можно изменять последовательность пропускания молока через ионообменные смолы: вначале анионит – катионит, затем, наоборот, катионит – анионит [5]. После того как молоко

пропущено через катионообменную смолу, содержание стронция-90 и цезия-137 уменьшается на 80-90% [1]. В случае, если молоко пропустить через анионообменную смолу, содержание йода-131 снижается более чем на 90% [2].

Заключение. Таким образом, изучение сорбционных методов с применением ионообменных смол делает возможным получение высокой степени очистки молока от радионуклидов.

Литература: 1. Блинова, М.О. Сорбция радионуклидов цезия из водных растворов на природных и модифицированных алюмосиликатах / А.В. Воронина, М.О. Блинова, И.О. Куляева, П.Ю. Санин, В.С. Семеничев, Ю.Д. Афонин // *Радиохимия*. – 2015. – Т. 57, № 5. – С. 446-452. 2. Калюжный, А.В. Ферроцианидные электроноионообменники для сорбции рубидия и цезия / А.В. Калюжный, В.В. Вольхин, В.В. Милютин // *Известия ВУЗов. Цветная металлургия*. – 1980. – №1. – С. 57-60. 3. Милютин, В.В. Сорбционно-селективные характеристики неорганических сорбентов и ионообменных смол по отношению к цезию и стронцию / В.В. Милютин, В.М. Гемис, Р.А. Пензин // *Радиохимия*. – 1993. – Т. 53, №3. – С. 76-78. 4. Милютин, В.В. Сравнительная оценка селективности сорбентов различных типов по отношению к ионам стронция / В.В. Милютин, В.М. Гемис // *Журнал прикладной химии*. – 1994. – Т. 67, № 11. – С. 1776-1779. 5. Соболев И.В. Возможность использования ионообменных смол для очистки гидратопектинов / И.В. Соболев, Л.Я. Родионова // *Вестник Крас ГАУ*. – 2019. – № 6. – С. 137-144. 6. Ward, G. M. Recent Research Involving the Transfer of Radionuclides to Milk / G. M. Ward // *Journal of Dairy Science*. 1989. – Vol. 72, №.1. P. 284-287.

УДК 614.876

ЗЕЛЕНЯК У.Д., ВОЛОДЧЕНКО О. А. студенты (3 курса, ФВМ)

Научный руководитель **КУРИЛОВИЧ А.М.**, канд. вет. наук, доцент

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

АВАРИИ НА АЭС И ДРУГИХ ЯДЕРНЫХ ОБЪЕКТАХ. ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ

Введение. Аварии на атомных электростанциях и других ядерных объектах представляют серьезную угрозу для экологической безопасности и здоровья людей. Современное развитие человечества неразрывно связано с использованием энергии. И если в прошлом для обеспечения энергетических потребностей использовались главным образом ископаемые виды топлива, то в настоящее время ядерная энергетика занимает значительную долю в производстве электроэнергии. Она характеризуется высокой эффективностью и экономической целесообразностью, а также не выделяет в атмосферу вредных веществ, поэтому является одним из самых экологически чистых источников энергии.

Материалы и методы исследований. Научные статьи, публикации, учебная литература, электронные ресурсы. Основополагающими для данного

исследования является описательный метод, включающий приемы анализа, сопоставления и обобщения.

Результаты исследования. Однако, как и любая другая технология, ядерная энергетика не лишена рисков, и возможность аварий на атомных электростанциях и других ядерных объектах всегда присутствует. При возникновении аварии может произойти выброс радиоактивных веществ в окружающую среду, что может привести к серьезным последствиям для экологии и здоровья людей.

Некоторые факты о самых серьезных авариях на атомных электростанциях:

Авария на АЭС "Маяк" в России в 1957 году была вызвана несчастным случаем при переработке ядерных материалов. Авария привела к выходу большого количества радиоактивных веществ в окружающую среду и способствовала формированию самой загрязненной зоны на планете.

Авария на АЭС "Три-Майл-Айленд" в США в 1979 году произошла из-за сбоя в системе охлаждения реактора. Авария привела к загрязнению радиоактивными веществами около 1000 тонн воды и вызвала общественный протест против использования атомной энергии.

Авария на Чернобыльской АЭС в 1986 году была самой серьезной в истории ядерной энергетике. Она привела к эвакуации около 115 тысяч человек и причинила непоправимый вред окружающей среде.

Авария на АЭС "Чернобыль-2" в 1991 году произошел пожар на территории завода по переработке ядерных отходов. Огонь вспыхнул в результате нарушения технологии при обработке радиоактивных отходов и распространился на площади около 700 квадратных метров. В результате пожара выделилось большое количество радиоактивных частиц, которые загрязнили воздух и окружающую среду.

Авария на АЭС "Фукусима-1" в Японии в 2011 году была вызвана цунами, которое повредило систему охлаждения реакторов. Авария привела к эвакуации около 150 тысяч человек и причинила значительный ущерб окружающей среде.

Интересным фактом о ядерных авариях является то, что они могут привести к созданию природных заповедников. Например, после аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 году, огромная зона вокруг станции была признана заповедником. И хотя радиоактивное загрязнение в этой зоне все еще существует, она также стала дикой природой, где обитают редкие виды животных и растений. Кроме того, в некоторых местах, где происходили ядерные взрывы, зона отведения может оставаться недоступной для людей на десятилетия, что также способствует сохранению дикой природы.

Аварии на атомных электростанциях и других ядерных объектах могут привести к выбросу радиоактивных веществ в окружающую среду. Радиоактивные вещества могут распространяться на большие расстояния и загрязнять воздух, воду и почву.

Радиоактивные вещества, попадая в организмы живых существ, могут вызывать различные заболевания и повреждения органов и тканей. Одним из

наиболее опасных радионуклидов является йод-131, цезий-137 и стронций-90, которые накапливаются в организме и могут привести к развитию рака. Кроме того, радиоактивные вещества могут загрязнять окружающую среду на длительное время. Помимо экологических последствий, аварии на атомных электростанциях и других ядерных объектах также могут привести к социально-экономическим последствиям. Кроме того, аварии на атомных электростанциях могут привести к временной остановке производства электроэнергии и затратам на восстановление и ремонт ядерных объектов.

В любом случае, аварии на атомных электростанциях и других ядерных объектах имеют серьезные последствия для окружающей среды и здоровья людей. Поэтому важно предпринимать все возможные меры для предотвращения аварий и обеспечения безопасности ядерных объектов.

Один из главных аспектов – это регулярное техническое обслуживание и проверка ядерных объектов. Подготовленный персонал – это один из главных элементов безопасности на ядерных объектах. Также важно иметь готовые планы действий в случае аварий. Ядерные объекты должны иметь четкие инструкции и процедуры для управления и обслуживания ядерных материалов, чтобы персонал мог эффективно реагировать на возможные аварийные ситуации. Кроме того, необходимо постоянно обновлять и тестировать эти планы на действительность, чтобы быть уверенными в их эффективности.

Заключение. Безопасность эксплуатации атомных электростанций является крайне важной проблемой, и недопустимость ошибок в этой отрасли должна быть на высшем приоритете. Необходимо тщательно изучать прошлые ошибки и предотвращать их повторение в будущем что позволит создать устойчивую и безопасную энергетическую систему для будущих поколений.

Литература. 1. Михайлов, В.Н., Никитина Н.О. Атомная энергетика и экология. Москва: Издательство «Наука», 2005. – 224 с.2. Ройзман, А. Последствия радиационных аварий на АЭС. Москва: Издательский центр «Академия», 2009. – 316 с.

УДК 311/316.423.2

КАРПЕНКО В.А., ДУДАРЕВА Е.Ю., студенты (3 курса, ФВМ)

Научные руководители **БАЗЫЛЕВ М.В., ЛИНЬКОВ В.В.,** канд. с.-х. наук, доценты

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТАТИСТИКИ МОЩНОСТИ ДОЗЫ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Введение. Чернобыльская авария, произошедшая ранним утром 26 апреля 1986 года, вызвала широкомасштабное радиоактивное загрязнение, сопровождавшееся серьезными экологическими проблемами и последствиями [2–5, 7–9]. Среди таких последствий наиболее выраженными оказались сле-

дующие: резкое изменение в использовании сельскохозяйственных угодий, ограничение производства растениеводческой и животноводческой продукции в отдельных административных территориях нашей страны, негативное воздействие повышенного радиоактивного фона на здоровье населения; значительные затраты, которые вынужденно было нести наше государство на протяжении длительного времени после случившейся аварии [2, 6, 7, 9]. Отмеченные причинно-следственные направления развития событий в после чернобыльский период потребовали консолидации усилий государства и большого количества людей, использование прогрессивного менеджмента, способствовавшего минимизации последствий аварии [1, 2, 7]. В этой связи, представленные на обсуждение, материалы исследований показателей стационарных пунктов наблюдений за мощностью дозы гамма-излучения в отдельных населённых пунктах Гомельской области являются актуальными, имеющими не только научно-исследовательское, но и практико-применимое значение, вносящее свой, пусть небольшой вклад, в уменьшение последствий Чернобыльской аварии на территориях Гомельской области Республики Беларусь.

Цель и задачи исследований. Основная цель исследований состояла в анализе показателей статистики мощности дозы гамма-излучения в отдельных городах Гомельской области, подвергшихся радиоактивному заражению в результате аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 году и, определении возможностей уменьшения негативного воздействия ионизирующей радиации на окружающую среду. Для достижения поставленной цели потребовалось решить следующие задачи: произвести изучение группировки данных радиологических исследований мощности дозы гамма-излучения в следующих шести городах Гомельской области (Гомель, Жлобин, Мозырь, Житковичи, Брагин, Василевичи); осуществить анализ полученных данных и их интерпретацию.

Материал и методы исследований. Радиационный мониторинг в Республике Беларусь проводится в соответствии с «Инструкцией по технологии работ по организации и проведению радиационного мониторинга», утвержденной приказом Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 30.04.2021 г. № 151 – ОД. На территории Республики Беларусь в 2021 и 2022 годах функционировали пункты наблюдений радиационного мониторинга атмосферного воздуха, включающие: 41 пункт наблюдений, на которых ежедневно проводятся измерения мощности дозы гамма-излучения [4]. Наши исследования производились с использованием данных государственной статистики (материалы Белгидромета) за 2021 и 2022 гг. Методика исследований общепринятая. Методологическая база исследований состояла из использования методов сравнения, логического, прикладной математики.

Результаты исследований. Исследованиями установлено (таблица 1), что мощность дозы гамма-излучения в представленных населённых пунктах Гомельской области имела стабилизированные значения, укладывающиеся в нормативные показатели, с колебаниями от 10 – до 12 мкР/час, за исключе-

нием города Брагина, где гамма-фон превышал установленную норму (20 мкР/час) в два и более раз, в среднем в 2,5 раза.

Таблица 1 – Динамика мощности дозы гамма-излучения в отдельных населенных пунктах Гомельской области за годы изучения, мкР/час (составлено по [3] и собственным расчетам)

Населенные пункты	Годы исследований, кварталы								Среднее значение
	2021				2022				
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
Брагин	46	50	59	51	47	48	49	42	49,0
Василевичи	11	11	11	11	11	11	11	11	11,0
Гомель	11	11	12	11	11	11	12	11	11,3
Житковичи	11	11	11	11	11	11	11	11	11,0
Жлобин	11	11	11	11	11	11	11	11	11,0
Мозырь	11	11	11	10	10	11	11	11	10,8
Среднее за IиIV кварталы	17,2				16,5				16,9
Среднее за IIиIII кварталы	18,3				17,3				17,8
Среднее за годы исследований	17,8				16,9				17,4

Из таблицы 1 также видно, что в холодные месяцы года (IиIV кварталы) наблюдается устойчивое снижение радиоактивного гамма-фона в среднем за годы исследований, составившее 16,9 мкР/час, в тёплые месяцы, при отсутствии снежного покрова (IIиIII месяцы) фон увеличивался в среднем составляя 17,8 мкР/час, то есть – на 5,3 %. При этом, также за годы исследований происходило общее снижение гамма-фона с 17,8 в 2021 г. до 16,9 в 2022 г. (уменьшение на 0,9 мкР/ч, или на 5,0 %). Всё это указывает на то, что процесс восстановления естественного гамма-фона длительный, предполагающий осуществление значительных объёмов дезактивационных работ: в сельском хозяйстве – внесение извести в почву, способствующей снижению негативного действия Sr^{90} и Cs^{137} , проведение предварительной обработки растительной и животной пищевой продукции, направленное на снижение радиоактивности продуктов питания, кипячение воды и другие меры. В зимний период года, с образованием снежного покрова, уменьшением пыли и при общем снижении гамма-фона, населению, проживающему на территориях подвергшихся загрязнению, необходимо больше находиться на свежем воздухе.

Закключение. Таким образом, полученные данные о мощности гамма-фона в отдельных населённых пунктах Гомельской области позволяют учитывать их значения и использовать в целях снижения негативного последствия воздействия техногенной радиации на организм биологических объектов и человека в целом.

Литература. 1. Базылев, М. В. Прогрессивный менеджмент в пограничных ситуациях / М. В. Базылев, В. В. Линьков, Е. А. Лёвкин // XIX (девятнадцатая) научная сессия преподавателей, аспирантов, магистрантов, студентов : сборник докладов XIX (девятнадцатой) научной сессии, Витебск, 22 апреля 2016 г. : в 3 ч. / Витебский филиал Международного университета «МИТСО» ; редкол.: А. Л. Дединкин (гл. ред.) [и др.]. – Витебск, 2016. – Ч. 3 : Экономика, логистика, менеджмент: тенденции и перспективы развития.

Естественные науки в современном мире. Перспективы развития информационных технологий. – С. 20–24. 2. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2021 году : ежегодник / Редкол. В. М. Шершаков [и др.]. – Обнинск : ФГБУ НПО Тайфун, 2022. – 342 с. 3. Радиационная обстановка в Беларуси на сегодня [Электронный ресурс] / ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» Минприроды Республики Беларусь, 2021. – Режим доступа : <https://rad.org.by/monitoring/radiation> . – Дата доступа : 04.03.2023. 4. Радиационная обстановка на территории Республики Беларусь [Электронный ресурс] / ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» Минприроды Республики Беларусь; Радиационная обстановка 1 кв. 2022. – Режим доступа : <https://rad.org.by/articles/radiation/radiacionnaya-obstanovka-1-kv-2022> . – Дата доступа : 05.03.2023. 5. Радон и до черновобельский радиационный фон в Республике Беларусь / А. К. Карабанов [и др.] // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя хімічных навук. – 2019. – Т. 55, № 2. – С. 205–211. 6. Санитарные нормы и правила «Требования к радиационной безопасности» [Электронный ресурс] / Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь 28.12.2012. – № 213., 37 с. – Режим доступа : https://radbez.bsmu.by/library/san_pin_2012.pdf . – Дата доступа : 05.03.2023. 7. Чернуха, Г. А. Безопасность жизнедеятельности человека. Радиационная безопасность : учебно-методическое пособие / Г. А. Чернуха, Ю. В. Азаренко. – Горки : БГСХА, 2019. – 141 с. 8. Baverstok, K. The Chernobyl Accident 20 Years On: An Assessment of the Health Consequences and the International Response / K. Baverstok, D. Williams // Environmental Health Perspectives. – 2006. – Vol. 114. – Pp. 1312–1317. 9. Beresford, N. A. Field effects studies in the Chernobyl Exclusion Zone: Lessons to be learnt / N. A. Baresford, E. M. Scott, D. Coplestone // Journal of Environmental Radioactivity. – 2020. – Vol. 211. – Pp. 1–10.

УДК 616.035.1

КИРЧЕНКО К.И., студент (1 курс, ФВМ)

Научный руководитель **КОВАЛЁНОК Н.П.**, магистр образования, старший преподаватель

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

ПОЗИТРОННО-ЭМИССИОННАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ

Введение. Древняя латинская поговорка гласит: «Достоверный диагноз – основа любого лечения». Позитронно-эмиссионная компьютерная томография (ПЭТ/КТ) – это относительно новый, постоянно совершенствующийся метод радиоизотопного томографического исследования, являющийся одним из основных методов диагностики онкологии [3]. Диагностика заболеваний, особенно на ранних этапах развития, является одним из критериев успешного лечения.

Материалы и методы исследования. В данной работе проведен обзор литературных публикаций об истории развития, принципах, особенностях и возможностях ПЭТ/КТ. Методологию исследования составили эмпирические и теоретические общенаучные методы: контент-анализ, изучение, обобщение, синтез, сравнение.

Результаты исследований. Появлению ПЭТ/КТ предшествовали следующие научные открытия: в 1931 году Отто Генрих Ворбург обнаружил, что злокачественные опухоли отличаются повышенным уровнем потребления глюкозы; в 1943 году Годфри Ньюбол Хаунсфилд предложил использовать изотопы в качестве меченных атомов в ходе химических процессов; в 1972 году Годфри Ньюбол Хаунсфилд и Аллан Маклауд Кормак предложили рентгеновскую компьютерную томографию; в 1977 году Соколов предложил измерять локальный уровень метаболического потребления глюкозы в мозгу крыс с помощью дезоксиглюкозы меченной радиоактивным изотопом углерода [2].

Впервые прототип позитронно-эмиссионного томографа был представлен и опробован в 1952 году в госпитале американского города Массачусетс. Используемый аппарат имел всего два чувствительных детектора, расположенных слева и справа от середины линии мозга и позволял получить двухмерное изображение с весьма низким разрешением. Но несмотря на определенные ограничения с его помощью удалось обнаружить довольно крупные образования.

Следующий разработкой в области позитронно-эмиссионной томографии стал аппарат, имеющий 32 чувствительных датчика, расположенных вокруг тела пациента и позволяющий получать двухмерное изображение с разрешающей способностью 2 см (1960 г.).

В 1968 году был представлен новый аппарат с разрешающей способностью 1 см, позволяющий получить изображение сразу нескольких срезов. Широкое практическое применение технология позитронно-эмиссионной томографии получила в 70-х годах, после разработки аппарата, созданного в штате Пенсильвания, который для простоты производства и снижения цены был оснащен шестью датчиками, разрешающая способность каждого составляла 5,5 мм.

Решающим событием для развития позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ) стал 1979 год, когда была синтезирована фтордезоксиглюкоза—молекула дезоксиглюкозы меченная радиоактивным изотопом фтора, являющаяся биологическим аналогом глюкозы, названная «молекулой века».

Метод ПЭТ основан на применении радиофармпрепаратов (РФП), представляющих собой биологически активную молекулу, к которой присоединяется короткоживущий изотоп с позитронным типом распада. Для отслеживания распределения РФП в организме используются короткоживущие изотопы, которые через определенное время начинают распадаться и испускать позитроны. После небольшого пробега в тканях позитроны сталкиваются с электронами, и происходит их аннигиляция (взаимное уничтожение) с образованием пары гамма-квантов. Последние разлетаются в противополож-

ных направлениях и регистрируются детекторами ПЭТ-сканера под различными углами. Компьютер анализирует полученные данные и создает серии двух- или трехмерных цветных изображений, которые выглядят как срезы организма. Снимки демонстрируют различные уровни активности с разной интенсивностью цвета. Те участки, которые в наибольшей степени захватывают и накапливают радиоактивный препарат, становятся ярче и их называют «горячими». В злокачественных новообразованиях уровень обменных процессов выше, чем в здоровых тканях, вследствие чего опухоли подсвечиваются очень ярко, и мы получаем возможность их визуальной оценки и достоверного определения пораженного участка.

В настоящее время в ПЭТ в основном применяют позитронно-излучающие изотопы элементов второго периода периодической системы: углерод-11, азот-13, кислород-15, фтор-18. Фтор обладает оптимальными характеристиками для использования в ПЭТ: небольшим периодом полураспада (109,8 мин) и наименьшей энергией излучения.

Часто для проведения ПЭТ используют фтордезоксиглюкозу, так как клетки большинства злокачественных опухолей характеризуются высоким уровнем метаболизма глюкозы, следовательно, они гораздо интенсивнее остальных потребляют фтордезоксиглюкозу, которая необходима им для активного роста и питания. Это дает возможность регистрации при помощи ПЭТ-сканера участка накопления препарата – скопление опухолевых клеток. Уровень гликолиза коррелирует со степенью дифференцировки опухоли и пролиферативной активностью [4].

ПЭТ изображение дает нам информацию о степени накопления РФП в тканях, но не дает достоверной информации о локализации патологии очага.

Настоящую революцию в области диагностики произвел женевский хирург-онколог Руди Эгели, который в начале 90-х годов изучив строение ПЭТ-сканера, предложил разместить в зазорах между его датчиками оборудование, которое применялось для компьютерной томографии. В 2001 году был начат серийный выпуск первого совмещенного позитронно-эмиссионного компьютерного томографа, предназначенного для получения совмещенного анатомо-функционального изображения.

Гибридный метод ПЭТ/КТ сочетает в себе возможность прижизненной неинвазивной методики получения данных позитронно-эмиссионной томографии – состоянии энергетического метаболизма и данных компьютерной томографии – морфологических изменений. При проведении диагностики сначала выполняют компьютерную томографию для создания анатомических изображений органов и структур в организме. При этом источник излучения, т.е. рентгеновская трубка, находится за пределами тела и вращается вокруг него. Затем проводят позитронно-эмиссионную томографию для создания цветных изображений, которые показывают метаболические или другие функциональные изменения. На этом этапе источник излучения помещается непосредственно в организм, путем внутривенного введения РФП. Оба сканирования осуществляются на одном аппарате, комбинируясь в одном исследовании [4].

Таким образом, ПЭТ/КТ позволяет в течение одного сеанса провести подробную анатомо-структурную оценку и получить данные об особенностях обмена веществ в тканях. При данном методе диагностики оценивается не структура, форма органа по полученным изображениям, а исследуется работа органов и систем по активности химических процессов, происходящих в организме на основании анализа полученного цветного изображения.

Преимуществом ПЭТ/КТ является возможность получения информации на молекулярном уровне. Так как при развитии заболевания уже на ранних стадиях происходит изменение скорости протекания реакции, то с помощью данного метода диагностики можно выявить локализацию молекулярных изменений еще на стадии поражения отдельных клеток, задолго до появления структурных и функциональных изменений в органе и появления метастазов.

Таким образом, ПЭТ/КТ на сегодняшний день является наиболее точным методом ранней диагностики онкологических заболеваний. Этот метод позволяет: обнаружить даже самые маленькие опухоли, не достигшие 1 см; установить стадии онкологии; разграничить доброкачественный и злокачественный процесс; определить распространение злокачественного процесса, выявить региональные и отдаленные метастазы; наиболее точно подобрать эффективную форму терапии и определить эффективность лечения [4].

Заключение. ПЭТ/КТ является наиболее перспективным, высокоточным (80-95%) способом ранней диагностики не только онкологических заболеваний на ранних стадиях, но и сердечно-сосудистых и нервных заболеваний [1]. ПЭТ/КТ способна выявить процессы, которые происходят в органе или ткани еще до появления первых симптомов: отклонения обмена веществ от нормы на клеточном уровне. При этом также может быть проведена оценка поражения органа и нарушения его функций.

Литература: 1. Календер, В. Основы рентгеновской компьютерной и магнитно-резонансной томографии / В. Календер. – М.: Техносфера, 2006. – С. 134 – 139. 2. Линденбратен, Л. Д. Очерки истории Российской рентгенологии / Л. Д. Линденбратен. – М.: Видар, 1997. – 123 с. 3. Возможности компьютерной томографии и позитронной эмиссионной томографии в определении статуса внутригрудных лимфоузлов при НМРЛ // Вестник Московского онкологического общества. – 2006. – №3. – С. 7. 4. Совмещенная позитронно-эмиссионная и компьютерная томография (ПЭТ/КТ) в онкологии / Г. Е. Труфанов [и др.] – СПб: ЭЛБИ-СПб, 2005. – 163 с.

УДК 94(47).084.8

КОВАЛЕВСКАЯ Л.М., студент (2 курс, ФВМ)

Научный руководитель **ТОЛКАЧ А.Н.**, старший преподаватель

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

ИСТОРИЯ И СТАТИСТИКА ЯДЕРНЫХ ИСПЫТАНИЙ НА ЗЕМЛЕ

Введение. В ходе развития ядерной физики и технологий, связанных с этим направлением, различными государствами было проведено множество ядерных испытаний в различных регионах планеты, которые достаточно существенно повлияли на экологию земли.

Материал и методы исследования. Материалом исследования послужили научные работы, связанные с исследованиями в данной области. Применяли следующие методы: анализ, сравнение, обобщение и интерпретация представленных результатов.

Результаты исследований. История ядерных и термоядерных испытаний на земле началась в 1945 году с первого ядерного испытания, проведенного Соединенными Штатами в рамках проекта "Манхэттен". Это испытание произошло на территории Нового Мексико и привело к взрыву ядерного устройства, названного "Трамбо". В результате этого испытания были опробованы новые технологии, которые позднее были использованы для создания ядерных бомб.

С тех пор многие страны проводили ядерные испытания, в том числе Соединенные Штаты, СССР, Франция, Великобритания, Китай, Индия, Пакистан и КНДР. Общее число проведенных ядерных испытаний на земле составляет около 2 050, причем большинство из них были проведены в период с 1950-х по 1990-е годы.

США провели 1 030 ядерных испытаний, СССР / Россия - 715, Франция - 210, Великобритания - 45, Китай - 45, Индия - 6, Пакистан - 2, КНДР - 6. Большинство ядерных испытаний проводились в трех форматах: испытания на земле, испытания под землей и испытания в атмосфере [1].

Испытания на земле включают в себя испытания, которые проводились на поверхности земли или внутри ямы, пробуренной в земле. Они были наиболее часто проводимым видом испытаний до того, как было запрещено проведение испытаний в атмосфере. Так, например, советские и американские ученые проводили ядерные испытания в Неваде и Новой Зеландии в середине 1950-х годов. В 1954 году Франция провела испытание на земле на атолле Бикини, которое вызвало радиоактивное загрязнение местности и гибель рыбы и животных.

Испытания под землей проводятся в специальных ямах или тоннелях, пробуренных в земле. Они менее опасны, чем испытаний на земле, потому что земля поглощает радиоактивное излучение и предотвращает его распространение в окружающую среду. Однако даже испытания под землей могут

вызывать радиоактивное загрязнение, если в процессе испытаний происходит утечка радиоактивных материалов.

Испытания в атмосфере проводились до того, как были запрещены в 1963 году. Они включали в себя взрывы ядерных устройств в воздухе, на высотах от нескольких сотен до нескольких тысяч метров. Эти испытания были проведены для изучения эффектов радиации на живые организмы и на окружающую среду. Однако испытания в атмосфере вызвали значительные проблемы с радиоактивным загрязнением, которые затронули не только территории, где проводились испытания, но и другие регионы мира.

Существует также понятие термоядерных испытаний, которые являются более мощными, чем ядерные испытания, и используют ядерную реакцию слияния. Такие испытания проводились в основном в США и СССР / России. Первое термоядерное испытание было проведено в 1952 году США на атолле Эниветок, а первое советское термоядерное испытание состоялось в 1955 году на Новой Земле.

Ядерные испытания проводились на многих полигонах в разных странах. Вот некоторые из самых больших и известных ядерных полигонов в мире:

Полигон Невада, США: это крупнейший в мире ядерный полигон, расположенный в южной части штата Невада. Здесь проводились более 900 ядерных испытаний, включая 100 ядерных испытаний в атмосфере. С 1963 года все ядерные испытания на полигоне Невада проводились под землей.

Семипалатинский полигон, Казахстан: это крупнейший ядерный полигон СССР, расположенный в Северо-Восточном Казахстане. С полигона было выпущено более 450 ядерных боезарядов.

Полигон Муран-до, Южная Корея: это ядерный полигон, расположенный на острове Муран-до в Южной Корее. Здесь проводились ядерные испытания США в 1950-х годах. Всего было проведено 7 ядерных испытаний в атмосфере, а также несколько подземных испытаний.

Полигон Маралик, Индия: это ядерный полигон, расположенный в пустыне Тхар в Индии. Здесь проводились ядерные испытания Индии в 1970-х и 1990-х годах. Всего было проведено 6 ядерных испытаний, включая первый ядерный взрыв Индии в 1974 году [1].

Запрещение ядерных испытаний на земле было закреплено в Договоре об ограничении ядерных испытаний в атмосфере, в космосе и под водой, который был подписан в 1963 году Соединенными Штатами, СССР и Великобританией. Позднее этот договор был дополнен другими соглашениями, которые запретили ядерные испытания в любой форме. Однако не все страны подписали эти соглашения, и некоторые продолжали проводить ядерные испытания, что вызвало протесты и осуждение со стороны международного сообщества.

В 1996 году был подписан Договор о полном запрещении ядерных испытаний (СТВТ), который запрещает ядерные испытания в любой форме. Однако не все страны ратифицировали этот договор, и он не вступил в силу.

Заключение. Несмотря на то, что большинство ядерных испытаний были проведены в прошлом, проблема ядерного оружия и потенциальных ядерных конфликтов до сих пор остается актуальной. В настоящее время в мире существует около 12 000 ядерных боезарядов, которые находятся на вооружении девяти стран. Международные организации и государства продолжают работу по дальнейшему ограничению ядерных испытаний и сокращению ядерного оружия в целях обеспечения мировой безопасности и предотвращения ядерных конфликтов.

Литература: 1. История атомной бомбы/Мания Х. -Москва. 2012., 350с.

УДК 616.017

КРАСНЕВСКАЯ Я.В., СЕЛЮКОВА А.В., студенты (3 курс, ФВМ)

Научный руководитель **ШАГАКО Н.М.,** магистр, ассистент

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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФАКТОРА СТИМУЛИРОВАНИЯ КОЛОНИЙ ГРАНУЛОЦИТОВ-МАКРОФАГОВ В ЛАТЕНТНЫЙ ПЕРИОД ЛУЧЕВОЙ БОЛЕЗНИ

Введение. Система колониестимулирующих факторов (CSF) организма человека контролирует клеточный состав крови при различных физиологических и патологических состояниях и представлена такими цитокинами, как эритропоэтин (ЕРО), интерлейкин-3 (IL-3), гранулоцитарный (G-CSF), макрофагальный (моноцитарный; M-CSF) и гранулоцитарно-моноцитарный (макрофагальный) колониестимулирующие (GM-CSF) факторы [2].

Материалы и методы исследования. Были изучены и систематизированы научные работы как зарубежных, так и отечественных ученых. Основные методы исследования включали в себя: обзор литературных источников по исследуемой проблеме, сравнение, обобщение, синтез и интерпретация представленных результатов.

Результаты исследований. В клиническом проявлении острой лучевой болезни (ОЛБ) средней и тяжелой степени тяжести различают четыре периода развития:

- 1) начальный или период первичной общей реактивности;
- 2) скрытый (латентный), или относительного клинического благополучия;
- 3) период разгара или выраженных клинических признаков болезни;
- 4) период разрешения [1].

В латентный период ОЛБ первичная реакция сменяется мнимым клиническим благополучием с улучшением субъективного состояния; но в то же время заболевание прогрессирует, что прослеживается по изменениям в периферической крови.

На 3-4 день от начала заболевания нейтрофильный лейкоцитоз сменяется лейкопенией, которая обусловлена умеренным уменьшением числа нейтрофилов при наличии устойчивой лимфоцитопении, также снижается содержание ретикулоцитов и возникает анемия [3]. Гибель молодых клеточных элементов при задержке процессов их образования и поступления зрелых элементов в кровеносное русло приводит к постепенному опустошению костного мозга (аплазии) [4].

Выраженность и скорость латентного периода определяются, в основном, дозой облучения – тяжестью заболевания, продолжительность периода составляет от нескольких дней до 2-4 недель [1].

В скрытый период ОЛБ важно поддержать иммунитет организма, минимизировать поражение системы крови и аплазию костного мозга [4]. Для стимулирования роста и дифференцировки гемопоэтических клеток таких линий, как гранулоциты, макрофаги и эозинофилы в клинической практике применяется фактор стимулирования колоний гранулоцитов-макрофагов (GM-CSF) [2,6].

GM-CSF – один из гемопоэтических факторов роста, который поддерживает выживаемость, клональную экспансию и дифференцировку гемопоэтических клеток-предшественников. Он состоит из 127 аминокислот с двумя участками гликозилирования; в комбинации с эритропоэтином участвует в дифференцировке эритроцитов [5]. В ответ на медиаторы воспаления GM-CSF экспрессируется множеством различных типов клеток, включая макрофаги, эозинофилы, нейтрофилы.

Фактор стимулирования колоний гранулоцитов-макрофагов индуцирует частично коммитированные клетки-предшественники к делению и дифференцировке по гранулоцитарно-макрофагальному пути. GM-CSF стимулирует продукцию моноцитов, гранулоцитов, эритроцитов, а иногда и мегакариоцитов в костном мозге [3]. Он также побуждает зрелые макрофаги усиливать фагоцитоз, генерацию супероксида, антителозависимую клеточно-опосредованную цитотоксичность (АЗКЦ), способен усиливать миграцию и цитотоксичность нейтрофилов, эозинофилов и макрофагов [2].

Влияние на огромный пул клеток GM-CSF обусловлено наличием на клетках макроорганизма рецепторов к данному цитокину, что косвенно указывает на поливалентную активность данного гемопоэтина [3]. При этом основными клетками-мишенями для GM-CSF являются мультипотентные клетки-предшественники миелоидного ряда, а также гранулоциты, эозинофилы, моноциты, макрофаги, дендритные клетки, в отношении которых указанный фактор выступает в качестве активатора их пролиферации и дифференцировки.

Заключение. Использование фактора стимулирования колоний гранулоцитов-макрофагов в латентный период лучевой болезни способствует нормализации гематологических показателей и иммунного ответа, поддерживает созревание и образование гранулоцитов и макрофагов, натуральных киллерных клеток, что сможет предотвратить и уменьшить аплазию костного мозга организма.

Литература: 1. Гребенюк, А. Н. Радиационная медицина: учеб. пособие / А. Н. Гребенюк, В. И. Лезеза, В. И. Евдокимов, В. В. Салухов, А. А. Тимошевский ; под. ред. С. С. Алексанина, А. Н. Гребенюка; Всерос. центр. экстрен. и радиац. медицины им. А. М. Никифорова МЧС России. – СПб.: Политехника-сервис, 2013. – Ч. 2. – 156 с. 2. Зайцев, Д. В. Гранулоцитарно-макрофагальный колониестимулирующий фактор и технология CAR-T при солидных опухолях в эксперименте / Д. В. Зайцев, Е. К. Зайкова, А. С. Головкин, Э. Р. Булатов // Клиническая онкогематология. – 2020. – С. 115–123. 3. Зурочка, А. В. Иммунобиологические свойства гранулоцитарно-макрофагального колониестимулирующего фактора и синтетических пептидов его активного ряда / А. В. Зурочка, В. А. Зурочка, М. А. Добрынина, В. А. Гриценко // Медицинская иммунология. – 2021. – № 5. – Т. 23. – С. 33-38. 4. Латфуллин, И. А. Основы поражающего действия ионизирующего излучения на организм человека» / И. А. Латфуллин. – Казань: Казан. ун-т, 2014. – 194 с. 5. Петинати, Н. А. Изменение свойств мультипотентных мезенхимных стромальных клеток под действием интерферона-гамма / Петинати Н.А., Капранов Н. М., Бигильдеев А. Е., Попова М. Д., Давыдова Ю. О., Гальцева И. В., Кузьмина Л. А., Паровичникова Е. Н., Савченко В. Г. // Экспериментальная биология и медицина. – 2017. – № 2. – С. 194-199. 6. Bao, Y. Revisiting the protective and pathogenic roles of neutrophils: Ly-6G is key! / Y. Bao, X. Cao // Eur. J. Immunol. – 2011. — Vol. 41. – P. 2535-2538.

УДК 57.053.4

КУЗЬМИЧ У.С., студент (4 курс, ФВМ)

Научный руководитель **КОВАЛЁНОК Н.П.**, магистр образования, старший преподаватель

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

РАДИОРЕЗИСТЕНТНОСТЬ БАКТЕРИЙ *DEINOCOCCUS RADIODURANS*

Введение. Отношения с радиацией у человечества достаточно непростые. С одной стороны, радиоактивные излучения человек использует для получения энергии, диагностики, лечения и т.д. С другой стороны, всем хорошо известно негативное воздействие ионизирующего излучения на живой организм. Основной мишенью для радиации в любом организме является ДНК. Но не для бактерий *Deinococcus radiodurans*. Они могут выдерживать огромные дозы радиоактивного излучения, высушиванию, действию кислот, вакуума и замораживанию. Эти уникальные существа, которые распространены повсеместно: их находили в фекалиях слонов, в песках пустыни, в арктических льдах, городских водоемах, домашней пыли и даже в медицинском инструментарии. Возникает вопрос, какие уникальные способности этих бактерий позволяют им выживать в экстремальных условиях и в чем же секрет их радиорезистентности?

Материалы и методы исследования. В данной работе проведен обзор научной литературы о механизмах, обеспечивающих радиорезистентность *D. radiodurans* и возможностях их применения. Методологию исследования составили эмпирические и теоретические общенаучные методы: контент-анализ, изучение, обобщение, синтез, сравнение.

Результаты исследований. Впервые бактерии *D. radiodurans* были обнаружены в 1956 году. В то время сотрудник Орегонской сельскохозяйственной экспериментальной станции Артур Андерсон проводил эксперименты по использованию радиации для холодной стерилизации мясных консервов. Предполагалось, что под действие высоких доз гамма-излучения все микробы погибнут, но при этом продукты сохраняют свой первозданный вкус. Но эксперимент не удался, образцы консервов через непродолжительное время испортились, и исследование показало наличие в них ярко-розовых бактериальных колоний. Оказалось, что образуют эти колонии грамположительные бактерии шарообразной формы, которые поначалу были названы *Micrococcus radiodurans*. Впоследствии ученые решили выделить отдельный род *Deinococcus*.

Бактерия *D. radiodurans* – аэробная непатогенная бактерия, не имеющая способность к спорообразованию. Это довольно крупная бактерия, до 3,5 мкм, по морфологии относящаяся к коккам, но при различных условиях может формировать комплексы из двух, четырех и более клеток [3].

D. radiodurans – самый устойчивый организм из всех известных на Земле к действию радиации. Бактерии способны выживать при дозе до 10000 Гр, то есть они оказываются в 1000 раз устойчивее клеток человека. При дозе в 15000 Гр бактерии начинают погибать, но некоторая их часть (около 37%) выживает и при этой колоссальной дозе радиации [1].

Главной причиной гибели клеток при действии радиации является разрушение ДНК. Следовательно, для развития радиорезистентности необходимо выработать механизмы защиты своей ДНК.

Одним из первых предположений, определяющих радиорезистентность *D. radiodurans*, было в особенности строения клеточной стенки, которая отличается от классической: она очень толстая, так как имеет несколько слоев. Но как показывают опыты, действие радиации приводит к образованию многочисленных радикалов внутри клетки, и толщина стенки уже не имеет значения [1].

Следующим предположением причины высокой радиорезистентности было особенности генома, который имеет странную структуру тороидальной формы. Однако эксперименты по прямому подсчету количества разрывов ДНК после облучения опровергли эту гипотезу, так как количество разрывов было такое же, как и у других бактерий [1].

Следовательно, если не существует механизмов защиты ДНК от повреждений, то существуют специфические механизмы репарации.

Существует два способа репарации: негомологическое соединение концов и гомологическая рекомбинация.

ДНК состоит из двух нитей, каждая из которых может порваться под действием ионизирующего излучения. Если повреждается только одна — такой разрыв называют однонитевым. Его починить проще простого: в клетках и так есть фермент ДНК-лигаза (он необходим любой клетке для репликации ДНК), который зашивает однонитевые разрывы.

Если же две цепи ДНК порвались друг напротив друга — это двунитевой разрыв. Его зашить сложнее. Для этого существует специальная система негомولوجичного соединения концов, работа которой заключается в сшивании между собой любых концов двойных спиралей ДНК. А при облучении в ДНК возникают десятки и даже сотни двунитевых разрывов. Очевидно, что вероятность случайным образом правильно собрать геном по кусочкам в такой ситуации крайне низка. Поэтому *D. radiodurans* и не используют этот механизм.

Есть более точный способ репарации двунитевых разрывов. Он основан на гомологичной рекомбинации — сложном молекулярно-генетическом процессе, суть которого сводится к тому, что если одна хромосома повреждена, а другая нет, то неповрежденную можно использовать как образец при ремонте. Возникает вопрос, откуда у *D. radiodurans* найдется гомологическая хромосома, если бактерии являются гаплоидными организмами. Оказывается, что в клетках *D. radiodurans* может быть сразу 10 копий генома. Это открывает поистине широкие возможности для репарации путем гомологичной рекомбинации [2].

Гомологическая рекомбинация — это сложный процесс, требующий времени, в течении которого ДНК может окончательно деградировать под действием своих же ферментов нуклеаз, которые не действуют на целую ДНК. Но у *D. radiodurans* есть уникальные белки-защитники, которые связываются с концевыми и однонитевыми участками ДНК, не допуская к ним нуклеазы [2].

При действии радиации происходит не только повреждение ДНК, но и белков, от работы которых зависит эффективность репарации ДНК. И это в первую очередь связано с образованием активных форм кислорода (АФК), возникающих в результате радиолиза воды. Но у *D. radiodurans* существуют защитные механизмы и для этого. Как показывают исследования у них регистрируется повышение концентрации ионов марганца после облучения. Ионы марганца действуют по нескольким направлениям: замещают ионы железа в активных центрах ферментов, участвуют в регуляции активности многих белков, предотвращая их разрушение и образуют комплексы с нуклеотидами, фосфатами, аминокислотами, которые обладают антиоксидантной активностью. Таким образом, ионы марганца участвуют не только в регуляции ответа на окислительный стресс, но и в непосредственной ликвидации АФК [3].

Зачем же нужна такая защита и как она могла сформироваться, если в процессе эволюции бактерии никогда не сталкивались с огромными дозами излучения? В настоящее время считается, что высокая радиорезистентность *D. radiodurans* сформировалась в процессе приспособления к регулярному

обезвоживанию, и механизмы защиты направлены, в первую очередь, на выживание в пустыне или выветриваемых гранитных скалах Арктики.

Фундаментальные исследования механизмов репарации ДНК и защиты белков *D. radiodurans* могут помочь в борьбе с рядом заболеваний, для предотвращения старения, в защите клеток пациентов, подвергшихся действию радиации в результате аварий или при лучевой терапии. Также сами бактерии подходят в качестве модельного организма для исследования в области генетики и молекулярной биологии и используются для утилизации радиоактивных отходов.

Ну, еще одно необычное применение предложил биоинформатик Пак Чун Вонг – биологический способ хранения информации: он перевели слова песни в код, основанный на четырех известных «буквах» ДНК, затем искусственно синтезировал последовательности ДНК длиной до 150 пар нуклеотидов, снабдив их концы метками, защищающими от элиминации этих фрагментов и встроили в геном *D. radiodurans*. Спустя даже 100 поколений бактерии копировали фрагменты ДНК со словами песни без ошибки.

Заключение. Таким образом, можно выделить следующие факторы, которые, как предполагается, определяют радиорезистентность бактерий *D. radiodurans*: наличие большого количества копий генома; эффективная система репарации ДНК; синтез особого набора белков, способных прикрывать разорванные участки ДНК от нуклеоза; повышенная активность каталазы и супероксиддисмутазы; марганцевые комплексы.

Литература: 1. Накопление Mn(II) в *Deinococcus radiodurans* повышает устойчивость к гамма-излучению / М. Дж. Дали [и др.] // Наука. – 2004. – С. 1025-1028; 2. Особенности ДНК-геликазы, кодируемой геном *uvr* *Deinococcus radiodurans* R1, выявленных в клетках *Escherichiacoli* K-12 // Гулевич Е. П. [и др.] // Молекулярная генетика, микробиология и вирусология. – 2020. – №38 (1). – С. 34-39; 3. Разделение и масс-спектрометрическая идентификация каротиноидов радиорезистентных бактерий *Deinococcus radiodurans* / В.С. Лысенко [и др.] // Масс-спектрометрия. – 2010. – Т.7, № 4. – С. 278 – 282.

УДК 616-079

ЛАБУН Е.В., студентка (4 курс, ФВМ)

Научный руководитель **ТОЛКАЧ Е.В.**, старший преподаватель

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

РАДИОНУКЛИДНАЯ ДИАГНОСТИКА. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ

Введение. «Изотопы давно и прочно вошли в нашу жизнь. Настоящей визитной карточкой, гордостью отрасли можно назвать ядерную медицину. Потому что никакое другое применение ядерной энергии не принесло обществу столь ощутимой пользы» - Сергей Кириенко.

Радионуклидная диагностика – один из видов лучевой диагностики, основанный на внешней радиометрии излучения, исходящего из органов и тка-

ней после введения радиофармпрепаратов непосредственно в организм пациента. Это один из наиболее точных способов выявления онкологических и иных заболеваний. Он позволяет выявлять изменения органов и тканей практически на клеточном уровне, а значит, диагностировать патологию на самых ранних стадиях, что существенно экономит средства на лечение и повышает шансы на выздоровление.

Материалы и методы исследования. Обзор, обработка и теоретический анализ источников литературы отечественных и зарубежных авторов по теме исследования.

Результаты исследований. Первое применение радиоактивных индикаторов относят к 1911 году и связывают с именем Дьердя де Хевеши. Молодой ученый, живший в дешевом пансионе, начал подозревать, что остатки пищи, которые он не доел, подавали ему вновь на следующий день. Он добавил радиоизотопный индикатор к недоеденной порции и с помощью детектора излучения доказал своей хозяйке, что дело обстояло именно так. Хозяйка выгнала молодого ученого из пансиона. Он же продолжал начатую работу, результатом которой стала Нобелевская премия за использование радионуклидов в качестве индикаторов в биологии.

Начало радиационной и ядерной медицины положили фундаментальные исследования, проведенные в ядерной физике в 1930-е годы.

В конце 20-х годов XX века впервые были использованы меченые соединения в клинической практике. Тогда Блумгарт и Вейз (Blumgart и Weiss) в 1927 г. опубликовали работы по использованию газа радона для определения гемодинамики у больных с сердечной недостаточностью.

В 1939 году Гамильтоном (Hamilton) использовал для оценки функционального состояния щитовидной железы количественное определение содержания радиоактивного йода в моче. Он же в 1942 г. разработал методику определения содержания радиоактивного йода непосредственно в щитовидной железе.

В середине 20-го века исторически первыми приборами для РНД были радиометрические системы с одним или несколькими детекторами на основе сцинтилляционных счетчиков с вакуумными ФЭУ.

Следующим этапом в развитии радионуклидной визуализации стало создание сканера. Было предложено измерять радиоактивность, перемещая датчик радиометра по прямой линии вдоль исследуемого органа, останавливаясь на определенное время счета через равные значения расстояния, при этом получался линейный срез. Подобное движение повторялось последовательно до получения полного изображения проекции органа. Такая совокупность линейных срезов или сканов получила название сканограммы, а метод – сканирование.

Развитием атомной промышленности позволило производить в достаточных количествах различные радионуклиды, что существенно расширило количество органотропных радиофармпрепаратов. Сегодня свыше 50 % радиоактивных изотопов, нарабатываемых в мире, используются для медицин-

ских нужд. Получают радиоактивные изотопы в атомных реакторах и на ускорителях элементарных частиц.

Появилась возможность для визуализации на сканере различных органов: щитовидной железы с ^{131}I , печени с ^{197}Au , почек с ^{169}Yb , сердца с ^{201}Tl , легких с ^{133}Xe , поджелудочной железы с ^{75}Se , и т.д. Но большинство радиофармпрепаратов имело повышенную радиотоксичность, в основном из-за большого периода полураспада. Оптимальным для проведения исследования являлся бы препарат с наименьшим периодом полураспада, идеально несколько часов или минут. Такие препараты практически не могли быть использованы на практике, т.к. для того, чтобы доставить необходимую для введения дозу от производителя до пользователя, приходится вывозить дозы препарата превышающие предельно допустимые уровни во много раз.

Решить эту проблему удалось с помощью использования генераторов радиоактивных изотопов. В медицинской диагностической практике используются чаще всего две генераторные пары $^{113}\text{Sn} - ^{113\text{m}}\text{In}$ и $^{99}\text{Mo} - ^{99\text{m}}\text{Tc}$.

В конце 60-х, начале 70-х годов бурное развитие технологии создания крупных кристаллов, химии полимеров и радиоэлектроники позволили создать качественно новый вид радиометрического прибора – *гамма-камеру*. Изображения, полученные на гамма-камере, получили название *сцинтиграмм*, а метод – *сцинтиграфии*.

Сцинтиграфия является наиболее распространенным способом радионуклидной диагностики, который позволяет получать изображение органа и по нему судить о его размерах и форме, выявлять очаг патологии в виде участка повышенного или пониженного накопления радионуклида, оценивать функциональное состояние органа по скорости накопления и выведения радиофарм-препарата.

На первых гамма-камерах регистрация количества частиц происходила за счет длительного «запоминающего» свечения люминофора дисплея. С развитием компьютерной техники все гамма-камеры снабжались компьютерами, где сразу же были созданы программы обработки изображения.

Новейшим достижением развития радионуклидной диагностики стало создание позитронного эмиссионного томографа (ПЭТ). Это неинвазивный метод диагностики, использующий радиофармпрепараты, которые вводятся в организм и образуют излучение положительно заряженных частиц - позитронов. Позитроны вступают во взаимодействие с электронами в тканях, что приводит к излучению двух гамма-квантов с одинаковой энергией, которые регистрируются прибором - детектором. Детектор имеет возможность вращаться вокруг стола с пациентом, делая несколько кадров под различными углами наклона. Компьютерная программа реконструирует срезы в любом направлении и любой толщины и дает возможность получить объемное изображение исследуемого органа. Большинство, используемых позитронных излучателей имеют период полураспада не более нескольких минут, что позволяет значительно снизить лучевую нагрузку на пациента.

В настоящее время, ПЭТ является одним из самых эффективных методов диагностики в различных областях медицины, включая онкологию, кар-

диологию, неврологию, психиатрию и другие области. Например, при диагностировании рака ПЭТ можно применить для определения размеров опухоли, ее метастазирования и метаболической активности. Также ПЭТ может быть использован для оценки эффективности лечения рака и мониторинга его динамики. В кардиологии, можно использовать для оценки кровообращения в сердце, а также для оценки метаболической активности миокарда. Это позволяет врачам диагностировать различные заболевания сердца и принимать решение о необходимости лечения.

Помимо медицинских приложений, ПЭТ также может использоваться в научных исследованиях, в том числе для изучения метаболизма в живых организмах, фармакокинетических исследований и т.д.

Заключение. В целом, диагностические методы, использующие радионуклиды, являются важным инструментом в медицине для обнаружения и лечения различных заболеваний. Они могут быть использованы для создания детальных изображений внутренних органов и тканей, а также для лечения определенных видов рака. Однако, как и любой медицинский метод, они должны использоваться только под контролем специалистов и в строгом соответствии с медицинскими протоколами и нормами безопасности.

Литература: 1. Сазонова, С.И. Радиофармпрепараты для сцинтиграфической визуализации очагов воспаления / С.И. Сазонова, Ю.Б. Лишманов // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2007. – 52 (4). – С. 73–82. 2. 4. Совмещенная позитронно-эмиссионная и компьютерная томография (ПЭТ/КТ) в онкологии / Г. Е. Труфанов [и др.] – СПб: ЭЛБИ-СПб, 2005. – 163 с. 3. Радионуклидная диагностика [Электронный ресурс] https://rsmu.ru/fileadmin/templates/DOC/Faculties/MBF/radiology/ld_rnd.pdf f- (дата обращения 16.04.2023). 4. Общие вопросы радионуклидной диагностики [Электронный ресурс] <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=4595674> - (дата обращения 16.04.2023).

УДК 614.876

ЛАГУШКО В.В., СТРЕЛЕНКО П.А. студентки (3 курса, ФВМ)

Научный руководитель **КУРИЛОВИЧ А.М.**, канд. вет. наук, доцент

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

ЯВЛЕНИЕ РАДИОАКТИВНОСТИ И ПОСЛЕДСТВИЯ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Введение. Естественная радиоактивность существует уже миллиарды лет, она есть буквально повсюду. Ионизирующие излучения существовали на Земле задолго до зарождения на ней жизни и присутствовали в космосе до возникновения самой Земли. Радиоактивные вещества вошли в состав Земли с самого ее рождения. В тканях человеческого тела содержится радиация, одним из главных источников природной радиации являются калий - 40 и рубидий – 87.

Материалы и методы исследований. Научные статьи, публикации, учебная литература, электронные ресурсы. Основополагающими для данного исследования является описательный метод, включающий приемы анализа, сопоставления и обобщения.

Результаты исследований. Радиоактивность была открыта французским физиком Антуаном Беккерелем. Он занимался фосфоресцентными минералами, которые светятся после того, как на них воздействовали солнечные лучи. Он экспериментировал с одной из солей урана, держал минерал на солнце, затем, в темноте, клал металлический предмет и «заряженный» минерал поверх фотографической пластинки, потом проявлял ее. Появление на пластинке отпечатка металлического объекта подтверждало его догадки.

Ученый решил, повторить эксперимент, но было пасмурно. Поэтому Беккерель отложил соль урана, фотопластинку и медный мальтийский крест, завернув их в черную ткань. Достав их через несколько дней, он решил проявить фотопластинку и обнаружил на ней отпечаток креста. Птак как воздействию солнечного света минерал не подвергался, оставалось предположить, что он сам испускает какое-то излучение, и дальнейшие эксперименты подтвердили это предположение.

Сам термин «радиоактивность» придумал уже не Беккерель, а Мари Склодовская-Кюри, которая вместе со своим мужем Пьером Кюри продолжала исследование этого явления. Они обнаружили радиоактивность тория и открыли полоний и радий. В 1903 году все трое исследователей получили Нобелевскую премию по физике за открытие радиоактивности.

Интересно, что несколькими десятилетиями раньше другой исследователь уже сделал то же открытие, что и Беккерель. В 1857 году французский фотограф и изобретатель Абель Ньепс де Сен-Виктор пытался получить цветные снимки, экспериментируя с солями разных металлов. Он обнаружил, что даже при полном отсутствии света от некоторых солей на фотобумаге оставались отпечатки и это были соли урана. Как и Беккерель, исследователь сделал вывод, что это явление не имеет отношения к фосфоресценции. В 1861 году Ньепс де Сен-Виктор уже был уверен в том, что соли урана являются источником излучения, невидимого человеческому глазу, но его открытие не получило широкой распространенности в научных кругах.

После открытия радиоактивности, когда стало понятно, что излучение вызывает ожоги, его начали применять для лечения опухолей. Неофициальная же медицина стала рекламировать радиоактивные вещества как средство от всех болезней. Дело в том, что они были обнаружены в лечебных горячих источниках. В Америке в начале XX века были весьма популярны источники национального парка Хот-Спрингс, и их целебные свойства связали с наличием в воде радиоактивных веществ. Была опубликована статья, утверждавшая, что «радиоактивность предотвращает умопомешательство, пробуждает благородные чувства, отодвигает старость и дает прекрасную, энергичную, радостную жизнь».

Это привело к появлению множества продуктов, которые сегодня покажутся весьма необычными. Например, в 1920—30-х годах были популярны

ревигаторы — кувшины для воды, покрытые изнутри глиной, содержащей карнотит — минерал с высоким содержанием урана. Эта глина насыщала воду радоном, что само по себе не было опасно для здоровья, но не только им, в воду также попадали ядовитые мышьяк, свинец, ванадий и уран. При этом рекомендовалось выпивать шесть и более стаканов такой воды в день.

Кроме того, с радиоактивными элементами выпускали таблетки, мази, крема, зубную пасту, конфеты, шоколад, сигареты, средства контрацепции и многое другое.

Положительный эффект таких средств сомнителен: по поводу пользы или нейтральности для человеческого здоровья малых доз радиации у исследователей и в наше время нет однозначного мнения. В больших же дозах ее опасность хорошо известна, но это сейчас. А энтузиазм людей в отношении радиоактивных «лекарств» существенно ослабили такие события, как гибель десятков «радиевых девушек» или смерть известного атлета Эбена Байерса.

«Радиевыми девушками» прозвали работниц Американской радиевой корпорации, производившей светящиеся краски с радием. В конце 1910-х годов компания стала производить часы со светящимися в темноте цифрами, раскраска циферблатов производилась вручную нанятыми для этого девушками. Поскольку работа была тонкая, девушки периодически губами заостряли кончики кисточек, которыми они рисовали, проглатывая каждый раз небольшое количество радия. В результате через не столько десятков лет многие из них страдали тяжелыми заболеваниями, многие умерли от разных видов рака или, как тогда считали, от «радиоактивного отравления».

Так же большой удар по индустрии радиоактивных «лекарств от всех болезней» нанесла смерть известного в то время американского спортсмена-любителя и бизнесмена Эбена Байерса. В 1906 году он повредил руку, и врач порекомендовал ему «Радитор» — воду с добавлением радия. Байерс принялся за активное лечение, он даже чувствовал вначале некоторое улучшение, и в результате в три раза превысил смертельную дозу радия. Байерс перестал принимать радиоактивную воду только к 30-м годам. К тому времени в его теле накопилась значительная доза радиоактивного вещества, почти полностью разрушилась верхняя и нижняя челюсть, она была удалена хирургическим путем, а затем начала разрушаться черепная коробка. В 1932 году он умер. Его смерть привлекла много внимания и спровоцировала проверку радиоактивной воды на безопасность.

13 сентября 1987 года Роберто дос Сантос Алвеш и Вагнер Перейра Мота решили разграбить больницу лучевой терапии. Когда они демонтировали оборудование, их внезапно начало сильно рвать, а на руках появились ожоги.

С помощью отвертки они пробili капсулу, которая была заполнена веществом, светящимся великолепным синим светом. Мародеры продали странное вещество на соседнюю свалку, владелец которой посчитал, что светящийся материал имеет сверхъестественные способности и пригласил своих друзей и семью посмотреть на диковинное вещество. За две недели контакта местных жителей с радиоактивным порошком, который в буквальном смысле

"ходил по рукам" (его дарили друг другу, натирали им кожу и т. д.) заболели десятки людей. Четверых спасти не удалось.

Заключение. Из-за малой изученности действия радиации на организм человека пострадало много людей, так как риск возникновения рака после облучения прямо пропорционален дозе облучения. Радиация даже в минимальных дозах негативно сказывается на самочувствии и работе внутренних органов. Так же усугубило ситуацию широкое распространение предметов содержащих радиацию.

Литература. 1. Пресман, А. С. Электромагнитные поля и живая природа. // М.: Наука. - 1968. - 287 с. 2. Коваленок, Н. П. Воздействие катастрофы на Чернобыльской АЭС на агроэкосистемы Беларуси / Н. П. Коваленок // Проблемы и перспективы развития животноводства: материалы Международной науч.-практ. конф. – Витебск, 2018. – С. 220-222; 3. <https://nostradamvs.livejournal.com/360423.html>; 4. <https://pandia.ru/text/80/031/25359.php>.

УДК 616-035.1

МАВРИЧЕВА Д.А., МИРОНОВИЧ Я.А., студенты (3 курс, ФВМ)

Научный руководитель **КОВАЛЁНОК Н.П.,** магистр образования, старший преподаватель

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

ФОТОДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕРАПИЯ: ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И МЕХАНИЗМЫ ДЕЙСТВИЯ

Введение. На современном этапе развития клинической онкологии широкое распространение получают новые методы диагностики и лечения, основанные на достижениях фотохимии, фотобиологии и квантовой физики. Фотодинамическая терапия (ФДТ) представляет собой относительно новый метод лечения злокачественных опухолей, предопухолевых и некоторых других патологических состояний, заключающийся в применении лекарственных препаратов – фотосенсибилизаторов (ФС), то есть веществ, чувствительных к свету, и низкоинтенсивного лазерного излучения с длиной волны, соответствующей пику поглощения фотосенсибилизатора.

Материалы и методы исследования. В данной работе проведен обзор литературных данных об истории развития, принципах, особенностях и возможностях клинического применения, и перспективных направлениях ФДТ. Методологию исследования составили эмпирические и теоретические общенаучные методы: контент-анализ, изучение, обобщение, синтез, сравнение.

Результаты исследований. Впервые фотодинамический эффект описал Оскар Рааб в 1900 г. после того как он обнаружил, что сочетание акридинового красителя и видимого света вызывает гибель инфузории. Применение фотодинамического эффекта в онкологии берет свое начало с работы А. Поликарда, в которой он показал, что при облучении некоторых злокачественных опухолей ультрафиолетовым излучением они флюоресцируют в оранже-

во-красной области спектра, вследствие наличия в них эндогенных порфиринов. Определяющим этапом в развитии ФДТ стало получение фотосенсибилизатора H_rD, являющегося производным гематопорфирина. В конце 60-х годов 20 века было установлено, что H_rD накапливается в опухолевой ткани и флюоресцирует, давая возможность регистрации опухоли. Впервые ФДТ с использованием H_rD была проведена в США в 1976 году [3].

Эффективность фотодинамического повреждения биологических тканей определяется, главным образом, уровнем накопления ФС, его локализацией в клетке и фотохимической активностью. После введения ФС обнаруживаются во всех тканях организма, но селективно накапливается в опухолях. В настоящее время еще не полностью изучен механизм проникновения и селективного удержания ФС в опухолевых клетках. Проведенные исследования позволяют предположить, что ФС проникает в клетку как пассивным диффузионным путем, так и посредством рецепторно-опосредованного механизма с помощью липопротеинов низкой плотности. Гиперэкспрессия липопротеиновых рецепторов на поверхности опухолевых клеток обуславливает их способность в повышенном количестве захватывать комплексы ФС [1]. Многие исследования указывают, что накопления ФС в опухоли обусловлено свойствами самой опухолевой ткани: дефектами ангиоархитектоники, низким уровнем pH, аномальным строением опухолевой стромы, которая имеет обширное интерстициальное пространство, плохой лимфатический дренаж, большое количество незрелых коллагеновых волокон [3].

Механизм противоопухолевого фотодинамического действия сложен и до конца еще не изучен. При действии ФДТ на опухоль выделяют две стадии: фотодинамический эффект, и процессы, происходящие в опухоли после окончания процесса, то есть непосредственное разрушение тканей опухоли. Ведущая роль в ФДТ принадлежит синглетному, или активному кислороду, который образуется в молекулах мембранных липидов и белков и внутриклеточных органеллах под действием квантов света [2]. При этом синглетный кислород разрывает атомарные связи в других атомах и молекулах, и этот процесс сопровождается образованием свободных радикалов и повреждением клеточных мембран. Весь этот процесс происходит в течение нескольких минут после начала облучения лазером.

Молекулы фотосенсибилизатора при поглощении кванта света переходят в возбужденное состояние, и затем вступает в фотохимические реакции. При этом наблюдается три типа реакций. При первом типе возбужденные молекулы ФС взаимодействуют непосредственно с молекулами биологического субстрата. В результате этого взаимодействия образуются свободные радикалы – активные окислители биологических структур. При ФДТ окислению подвергаются в основном липидосодержащие структуры клетки – митохондриальные и клеточные мембраны, которые вначале фрагментируются, а при большой амплитуде реакций разрушаются, что и приводит к гибели клетки. В реакциях второго типа энергия молекул возбужденного ФС сразу передается молекуле кислорода, в результате чего образуется синглетный кислород, который, будучи сильным окислителем биомолекул, еще более ци-

тотоксичен для живых клеток, чем просто свободные радикалы. Так как время жизни синглетного кислорода крайне мало, то первичное фото повреждение развивается в мембранных структурах, где локализуется ФС. Методами флуоресцентной микроскопии установлено, что внутриклеточными мишенями ФДТ являются плазматическая мембрана, митохондрии, лизосомы, эндоплазматический ретикулум, аппарат Гольджи. Фото повреждение этих структур запускает различные механизмы гибели клеток. Так, локализация ФС в плазматической мембране, особенно в условиях достаточной поглощенной дозы света и при недостатке глюкозы, способствует развитию некроза. При локализации ФС в митохондриях и лизосомах наиболее вероятным механизмом гибели клеток считается апоптоз. Третьим вариантом преобразования энергии, полученной при поглощении квантов излучения, является флюоресценция. При протекании фотодинамических процессов реакции первого типа играют незначительную роль, а основное значение придается реакциям второго типа [3].

После разрушения опухолевых клеток в тканях происходят все процессы, которые сопровождают гибель клеток независимо от причин гибели.

Кроме прямой фотоиндуцированной деструкции опухолевых клеток, важную роль в механизмах действия ФДТ играет выраженный противосудистый эффект, который осуществляется как за счет разрушения сосудистой стенки, так и в результате окклюзии сосудов, кровоснабжающих опухоль [1].

В последние годы важную роль в понимании терапевтического действия ФДТ отводят иммунологическим механизмам. Многие авторы отмечают, что в ответ на повреждение в опухолевой ткани развивается воспалительный процесс с высвобождением цитокинов, увеличением количества и активности лейкоцитов, происходит активация противоопухолевого иммунитета. Предполагается, что данный компонент действия метода является основополагающим для защиты от метастазирования и рецидива опухоли после проведения ФДТ [1].

На практике метод включает несколько этапов. На первом этапе пациенту, обычно внутривенно, вводят раствор ФС. Второй этап, продолжительностью от нескольких часов до нескольких суток, необходим для накопления ФС в опухоли. При этом устанавливается определенное соотношение концентрации фотосенсибилизатора в опухоли и окружающих нормальных тканях. На третьем этапе пораженный участок облучают светом определенной длины волны, при этом развиваются фотохимические реакции, которые приводят к гибели раковых клеток. Нормальные соседние клетки остаются неповрежденными. Четвертый этап заключается в дальнейшем разрушении злокачественной опухоли и полном или частичном восстановлении пораженных тканей [3].

Одной из важнейших составляющих ФДТ являются источники света. В последние годы возможности метода значительно расширились в связи с созданием компактных и дешевых диодных лазеров, которые оказались более удобными и надежными для клинического применения. Также используются полупроводниковые лазеры, которые позволяют генерировать целый спектр

длин волн, соответствующих современным ФС. Выбор параметров облучения определяется клинико-морфологическими и оптическими характеристиками патологической ткани.

Заключение. Механизмы действия ФДТ требуют дальнейшего изучения, однако уже сегодня можно сказать, что в его основе реализован принципиально новый подход в лечении злокачественных новообразований. В отличие от традиционных методов лечения ФДТ характеризуется малой инвазивностью, высокой избирательностью поражения, низкой токсичностью вводимых препаратов и отсутствием риска тяжелых местных и системных осложнений лечения.

Литература: 1.Владимиров, Ю. А. Физико-химические основы фотобиологических процессов : учебное пособие для медицинских и биологических специальностей вузов. / Ю. А. Владимиров, А. Я. Потапенко. – М.: Высшая школа, 1989. – 199 с. 2. Красновский, А. А. Синглетный кислород и первичные механизмы фотодинамической и лазерной медицины / А. А. Красновский // Биофизические медицинские технологии : в 2 т. / Москва : Макс Пресс ; ред. : А. И. Григорьев, Ю. А. Владимиров. – Москва, 2015. – Т. 1. – С. 173-217. 3. Миронов, А.Ф. Фотодинамическая терапия / А. Ф. Миронов // Соросовский образовательный журнал. – 1996. – №8. – С. 32-40.

УДК 619:616-073.75

МАЩИЦ Я.В., БАЗЫЛЕВА М.А. студентки (3 курса, ФВМ)

Научный руководитель **КУРИЛОВИЧ А.М.**, канд. вет. наук, доцент

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

РЕНТГЕНОВСКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В КЛИНИЧЕСКОЙ ВЕТЕРИНАРИИ

Введение. Рентгеновское излучение – электромагнитные волны, энергия фотонов которых лежит на шкале электромагнитных волн между ультрафиолетовым излучением и гамма-излучением.

Лучи рентгеновского излучения открыл в 1895 году немецкий ученый Рентген: во время работы с катодолучевой трубкой он обнаружил эффект флуоресценции платино-цианистого бария. Тогда и произошло описание таких лучей и их удивительной способности проникать сквозь ткани организма.

Виды рентгеновского излучения:

А) По длине волны и проникающей способности:

- мягкое (длина волны больше, чем у жесткого, а проникающая способность меньше);
- жесткое;

Б) По механизмам излучения и спектрам:

- тормозное;
- характеристическое.

Лучи способны проникать сквозь мягкие ткани, но задерживаться, длина их определяется препятствием твердой поверхности. Мягкие ткани в организме – это кожа, кровеносные сосуды, лимфатические сосуды, нервы, мышцы, жир, а твердые – это кости, зубная эмаль и хрящи. Способность рентгеновских лучей создавать четкое изображение плотности тканей и их структуры при прохождении через тело широко используется в медицине, в том числе и в ветеринарной.

Материалы и методы исследования. В процессе изучения нами был проведен обзор научной литературы, ее анализ и обобщение.

Результаты исследований. *Получение рентгеновских лучей:*

1. Тормозное излучение – при торможении предварительно ускоренных электронов.

2. Характеристическое излучение – при переходе электронов с низкого уровня на более высокий в электронных оболочках атомов и молекул.

4. Синхронное излучение – при отклонении пучка летящих заряженных частиц в магнитном поле.

3. В качестве источников рентгеновских лучей могут служить также некоторые радиоактивные изотопы: одни из них непосредственно испускают рентгеновские лучи, ядерные излучения других (электроны или λ -частицы) бомбардируют металлическую мишень, которая испускает рентгеновские лучи.

В современных цифровых аппаратах регистрация выходного излучения может производиться на специальную электронную матрицу. Диагностическое изображение выводится на монитор и, в некоторых системах, сохраняется в базе данных вместе с остальными данными о пациенте.

При помощи рентгеновского аппарата получают два вида снимков:

- обзорные;

- локальные.

Обзорный рентген используют для первичной диагностики и общего осмотра, при поиске источника воспаления, а также для профилактического осмотра у пожилых животных, которые больше склонны к различным патологиям.

Локальные снимки делают тогда, когда проблемная область уже обозначена и требуется детальная визуализация источника заболевания.

Во время рентгеновского исследования получают два снимка в разных, перпендикулярных проекциях. Особо тяжелые случаи требуют большего количества – от 3 до 5 проекций. Таким образом, получают многомерное изображение интересующей зоны, поскольку плоскость снимков – это единственный недостаток данного метода исследования. При необходимости уточнения делают дополнительные снимки, с бокового ракурса. Это помогает отличить патологию от теневых наложений, артефактов и засветов.

Принцип анализа рентгенологического изображения:

1. Рентгенологическое излучение, прошедшее через участки тела, обладающие меньшей плотностью (легочная ткань, воздух, находящийся в желудочно-кишечном тракте), вызывает яркое свечение экрана и определяется

термином «просветление». Плотные структуры (сердце, костный скелет, печень), значительно поглотившие рентгеновское излучение образуют на экране темные участки – «тень».

2. При рентгенографии рентгенолог оценивает негативное изображение, при котором изображение органов прямо противоположно цветовой гамме изображения на экране.

Рентгеновское излучение в ветеринарии

1. Врожденные дефекты и патологии костей, суставов и конечностей, а также механические травмы и повреждения – наиболее частый повод назначения рентгеновского обследования. С помощью рентгеновского излучения получают достоверную визуализацию вывихов, переломов и воспалительных процессов в суставах и костях.

2. Подозрения на онкологическое заболевание – при помощи такого обследования можно вовремя обнаружить злокачественные образования и назначить лечение, либо избавить животное от мучений в том случае, если процесс уже запущен.

3. Обследования грудной клетки и внутренних органов дают возможность обнаружить и диагностировать структурные изменения в пищеводе, сосудах, сердце, а также хронические или острые процессы в дыхательных путях (бронхах, легких, трахее), исследовать лимфоузлы.

4. Изменения хрящевой ткани, дистрофические поражения и искривления позвоночника можно обнаружить при помощи рентгеновских лучей.

5. При подозрении на инородные тела в организме также применяют рентген-аппарат: домашние животные часто заглатывают посторонние предметы, которые застревают в пищеводе и вызывают воспалительные процесс и серьезные проблемы. Снимки дают возможность со 100% уверенностью обнаружить и локализовать инородные предметы из костной ткани, пластмассы или металла. Для поиска полиэтилена или тканей применяют рентген с контрастом, поскольку обычный снимок может ничего не выявить.

6. Стоматология в ветеринарии также широко прибегает к рентгеновским снимкам, при их помощи обнаруживают воспаление и проблемные участки там, где невооруженный взгляд не способен ничего зафиксировать.

7. Рентгеновские лучи отлично сканируют и визуализируют переломы, вывихи, воспаления, кариес, кисты.

Заключение. Рентгеновское излучение – электромагнитные волны, которые широко используются в медицине и ветеринарии. Способность рентгеновских лучей создавать четкое изображение плотности тканей и их структуры при прохождении через тело способствует постановке диагноза и лечения заболеваний.

Литература. 1. <https://skladmed.ru/blog/ispolzovanie-rengena-v-veterinariii/>
2. Медицинская радиология /Л.Д. Линденбратен, И.П. Корольюк //Учебник. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Медицина, 2000. - 672 с:

УДК 57.043

МАКСИМУК Д.В., студент (3 курс, ФВМ)

Научный руководитель **Наумов А.Д.**, доктор биологических наук, доцент
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия
ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

РЕПРОДУКТИВНАЯ СИСТЕМА В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Введение. На репродуктивную способность влияют многие факторы окружающей среды, включая и электромагнитное излучение (ЭМИ).

Эти формы энергии могут влиять на функционирование живых организмов, однако знаний об этой проблеме все еще недостаточно.

Во многих странах ведутся исследования воздействия ЭМИ на биологические объекты. В большинстве случаев данные экспериментов по воздействию высокочастотного излучения на живой организм носят очень общий характер. В этих исследованиях основное внимание уделяется функциональным изменениям в головном мозге, изучается наличие взаимосвязи между использованием ЭМП и развитием канцерогенеза, воздействием на репродуктивную функцию и развитие, на сердечно-сосудистую систему и весь организм. Результаты этих исследований часто указывают на обратимые физиологические эффекты, которые не приводят к развитию патологии [1, 3, 4].

Материалы и методы исследования. Материалом исследования послужили научные работы зарубежных и отечественных специалистов связанные с изучением действия ЭМП на репродуктивную функцию млекопитающих. Основные методы: анализ научных источников по исследуемой проблеме, обобщение и интерпретация представленных результатов.

Результаты исследований. Считается, что оксидативный стресс, по-видимому, является основным в механизме действия ЭМИ на ооцит, эмбрион и материнский организм, в котором они развиваются.

Учитывая биоэтические ограничения, связанные с получением ооцита, имеющиеся исследования о влиянии ЭМИ на его функции основаны на моделях с использованием животных. При воздействии ЭМИ на самок крыс частотой 900 МГц отмечено уменьшение количества овуляторных фолликулов [6, 7].

Показано, что ооциты животных, подвергшихся воздействию ЭМИ, демонстрировали признаки апоптоза. Аналогичные выводы относительно апоптоза в яйцеклетках мыши были сделаны и другими исследователями. Эксперименты показали, что наиболее уязвимой к повреждениям является зрелая яйцеклетка.

Распространение телекоммуникационных технологий способствовало тому, что в настоящее время каждый человек подвергается воздействию электромагнитных волн, связанных с сетью мобильной связи.

В исследованиях, проведенных на крысах, подвергшихся воздействию частоты 900 МГц, было установлено, что этот диапазон волн вызывает возникновение окислительного стресса, приводящего к воспалительному

состоянию эндометрия. Показано, что у облученных крыс наблюдается снижение содержания эндометриальной супероксиддисмутазы (СОД) и каталазы.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что в женском организме активность СОД и каталазы влияет на качество эмбрионов и динамику их развития. Показано, что состояние новорожденного было хуже у женщин, в большей степени подвергшихся воздействию излучения GSM диапазона.

Мужская репродуктивная система представляет собой группу тканей, очень чувствительных к внешним факторам, и сперматозоидов. Сообщается, что ЭМИ индуцирует окислительный стресс и вызывает нарушения в митохондриях сперматозоидов.

Окислительный стресс также подвергает сперму риску потери подвижности и способности оплодотворять яйцеклетку [1, 2, 5].

Сперматозоиды лиц, подвергающихся воздействию ЭМИ, возникающих в результате ведения сварочных работ, имеют пониженную способность проникновения в яйцеклетку [5, 7].

Воздействие интенсивных электромагнитных полей также касается операторов радиолокационных станций. Большинство радаров работают в диапазоне частот от нескольких сотен мегагерц до 100 ГГц.

Сведения об их воздействии на мужскую фертильность противоречивы. С другой стороны, описывается снижение количества сперматозоидов у лиц, подвергшихся воздействию радиолокационных волн. С другой, ряд исследователей не отмечают значимых различий в качестве спермы мужчин, подверженных воздействию излучения радаров, и тех, кто не испытывал такого воздействия [2, 3].

В исследовании отмечена связь продолжительности воздействия GSM-излучения с увеличением процента патологических сперматозоидов. Установлено также снижение подвижности сперматозоидов по мере увеличения электромагнитного воздействия мобильных телефонов

В ряде работ было указано на то, что длительные телефонные разговоры приводят к небольшим изменениям температуры мозга, которые могут влиять на активность гипоталамо-гипофизарно-тестикулярной оси.

Одновременно существуют научные сообщения, подтверждающие благотворное влияние электромагнитных волн, дают основание на возможность их применения в лечении бесплодия у человека [3, 7].

Заключение. В настоящее время опасное, нейтральное или благотворное воздействие электромагнитных волн на репродуктивные возможности человека обобщить невозможно. Существующие научные сведения не содержат достаточного количества данных, для того чтобы сделать окончательные выводы количественных и качественных значениях ЭМИ, которые создают риск для человека.

Результаты исследований на животных не могут быть непосредственно перенесены на человека, поскольку репродуктивные системы животных и человека имеют принципиальные различия.

В то же время имеющиеся данные позволяют предполагать, что риск для здоровья повышается с увеличением частоты электромагнитных излучений

Литература. 1. Верецако, Г.Г. Реакция крови крыс-самцов 1-го поколения, полученных от облученных родителей и подвергнутых воздействию ЭМИ (900 МГц) в период эмбриогенеза и постнатального развития / Г.Г. Верецако, А.Д. Наумов, Г.А. Горох, В.С. Стельмах, Д.В. Сухарева // *Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук.* – 2013. – № 4. – С. 89–92. 2. Верецако, Г.Г. Состояние крыс-самцов первого поколения, полученных от облученных родителей и подвергнутых воздействию ЭМИ (897 МГц) в период эмбриогенеза и постнатального развития / Г.Г. Верецако, Н.В. Чуешова, Г.А. Горох, А.Д. Наумов // *Радиац. биология. Радиоэкология.* – 2014. – Т. 54, № 2. – С. 186–192. 3. Верецако, Г.Г. Влияние электромагнитного излучения мобильных телефонов на состояние мужской репродуктивной системы и потомство/ Г.Г. Верецако. – РУП «Издательский дом «Беларуская наука», 2015. – 216 с. 4. Григорьев, Ю. Г. Радиобиология мобильной связи: современные аспекты фундаментальных и прикладных исследований / Ю.Г. Григорьев, А.П. Бирюков // *Медико-биологические проблемы жизнедеятельности.* – 2014. – Т. 11, № 1. – С. 6–16. 5. Наумов, А.Д. Биологические эффекты электромагнитного излучения диапазона мобильной связи / А.Д. Наумов // *Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта.* – 2020. – N 1. – С. 91–94. 6. Наумов, А.Д. Биологические эффекты электромагнитного излучения диапазона мобильной связи/ А.Д. Наумов // *Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта.* – 2020. – N 1. – С. 91–94. 7. Wdowiak, A. Effect of electromagnetic waves on human reproduction / A. Wdowiak, A. Paweł, A. Wdowiak, I. Bojar // *Annals of Agricultural and Environmental Medicine.* – 2017. – Vol 24, No 1. – P. 13–18.

УДК 616.714.1

РАЧИЦКАЯ Е.В., студент 3 курса, ФВМ

Научный руководитель **ТОЛКАЧ Е.В.**, старший преподаватель

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

ДЕЙСТВИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЭМБРИОН И ПЛОД

Введение. Лучевое поражение – это поражение тканей организма воздействием ионизирующего излучения (ИИ). Воздействие радиации на женский организм происходит по общим законам лучевых повреждений. В первую очередь поражаются три важнейшие системы - гормональная, иммунная и репродуктивная. Степень опасности для плода определяется временем попадания радионуклида в организм матери (до или во время беременности), длительностью воздействия, способностью радиоизотопа проникать че-

рез плацентарный барьер, накапливаться в организме плода и его элиминацией.

В случае поступления радионуклидов в организм матери, до или во время беременности, они избирательно накапливаются в органах и тканях, являясь постоянным источником воздействия на эмбрион и плод. Роль материнского организма в реализации негативного воздействия на плод возрастает.

Материалы и методы исследования. Исследования проводились в рамках сравнительного, логического и статистического анализа на основе общенаучной литературы и статей отечественных и зарубежных исследователей.

Результаты исследований.

Ионизирующее излучение, как тератогенный фактор, наиболее опасно для беременных, так как вызывает мутации не только в материнском организме, но и в развивающемся теле эмбриона и плода. Тератогенный эффект радиации – это возникновение пороков развития и уродств в результате облучения *in utero* («в утробе», от лат. *uterus* – матка). Установлено, что в период внутриутробного развития организм обладает высокой чувствительностью к действию ИИ, тяжесть нарушений зависит от величины дозы облучения.

Различают три основных периода внутриутробного развития организма – предимплантационный (до внедрения зародыша в толщу слизистой оболочки матки), период основного органогенеза, плодный период.

Период наибольшей чувствительности эмбриона человека к радиации сильно растянут по времени. Он начинается с зачатия и заканчивается приблизительно 38-ми суткам после имплантации; в этот период развития у эмбриона человека начинают формироваться зачатки всех органов посредством быстрой дифференцировки из клеток первичных типов.

Эмбрионы до имплантации (до 5-х суток) наиболее чувствительны к облучению – от 80 до 40% из них погибают до рождения. Выжившие эмбрионы обычно не имеют заметных уродств. Затем следует период 6,5-12,5 суток, когда облучение вызывает наибольшую частоту уродств, при минимальной внутриутробной смертности и наибольшей гибели новорожденных. Период основного органогенеза (6,5-12,5 суток) следует рассматривать как наиболее радиочувствительный для большинства органов и систем организма, облучение которых (в зависимости от их жизненной значимости) приводит к гибели плода, новорожденного или возникновению уродств. Ткани эмбриона обладают высокой чувствительностью к облучению в период с 18-го по 38-й день, когда происходит закладка и развитие основных органов и систем. Доза 0,1—0,4 Гр приводит к соматическим нарушениям или поражениям органов. Доза не более 0,04 Гр вызывает микроцефалию, анэнцефалию, повреждения глаза, задержку роста плода, нарушения в строении позвоночника и стопы, хотя причинно-следственная связь не доказана.

Так, например, аномалии головного мозга, анэнцефалия, появляется у эмбрионов животных уже на 9 день развития и облучения. Данная патология представляет собой полное или частичное отсутствие костей свода черепа и

мозга и не совместима с жизнью. Экзенцефалия – это грыжа головного мозга, появляется на 8,5-9 день развития плода. Анофтальмия - врождённое отсутствие глазного яблока и гидроцефалия – водянка плода, проявляется скопление жидкости в головном мозге (проявляются на 11-12 день внутриутробной жизни плода). Появляются и аномалии развития скелета связанные с уменьшением размеров и деформации черепа позвоночника, ребер, нарушении развития зубов. Возможны также аномалии развития внутренних органов, что в основном проявляются отсутствием почки, заращением мочеиспускательного канала, пороками сердца, заращением заднепроходного отверстия (атрезия) и тому подобное.

После 40-го дня, для развития серьезных нарушений необходимы большие дозы ионизирующего излучения. Плод менее чувствителен к облучению, чем зародыши, поэтому внутриутробная смерть и аборт наступают реже. Однако увеличивается процент смертности после рождения или наблюдается плохое, медленное развитие новорожденных. У многих регистрируют анемию, лейкопению, кровоизлияния в различных частях тела и другие признаки. Одной из главных причин гибели облученных плодов в последний период беременности и новорожденных в первое время жизни является нарушение функций органов кроветворения.

Мутации, которые возникают на данных этапах, в большинстве своем являются нелетальными, но могут передаваться по наследству и быть причиной возникновения уродств в последующих поколениях. Поглощение дозы радиации 0,1 Гр может быть причиной развития хромосомных мутаций.

Следует иметь в виду, что облучение эмбриона в малых дозах может вызвать такие функциональные изменения в клетке, которые невозможно зарегистрировать современными методами исследования, но которые способствуют развитию болезненного процесса через много лет после облучения. То есть отдаленные последствия облучения эмбриона могут быть выражены в большей степени, нежели при облучении взрослого организма. Так, например, согласно данным статистического анализа (Стьюарт А. и др., 1956), частота лейкозий у потомства матерей, подвергавшихся рентгеновскому облучению во время беременности, приблизительно удваивается.

Заключение. Ионизирующее излучение отрицательно влияет на все ткани организма, вызывая различные мутации или смерть клеток. И в современном мире это очень большая проблема, ведь в 20 и 21 веках идет активное развитие атомной энергетики и атомного оружия. И пусть, кажется, что данный вид энергетики самый безопасный в мире, а атомное оружие и вовсе запрещено, последствия ошибок прошлого до сих пор влияют на нашу жизнь. Ведь лучевая болезнь влияет и на нынешнее поколение, и на будущее.

Литература. 1. Кузнецов П.А., Оленев А.С., Джохадзе Л.С., Селиверстова О.М. Влияние ионизирующего излучения на плод. *Российский вестник акушера-гинеколога*. 2018;18(5):32-35. 2. Панков А.А., Медведева К.А., Уварова И.А. Гистоморфологические изменения в эмбрионе человека под действием радиации. *Бюллетень медицинских интернет-конференций*. - 2017. - Т. 6, №1. – С. 267. 3. Ширманова К. О., Дежаткина С. В. Влияние радиации на эм-

брион, плод человека и животных // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016. – Т. 17. – С. 823–827. 4. Ярмоненко, С.П. Радиобиология человека и животных / С. П. Ярмоненко, А. А. Вайнсон // М.: Высшая школа. – 2004. – 67 с.

УДК 577.34:539.16.04(075.8)

САВЕНКО Н.А., студент (5 курса, ФВМ)

Научный руководитель **ЖУРОВ Д.О.**, канд. вет. наук, доцент

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

МЕРОПРИЯТИЯ, ОГРАНИЧИВАЮЩИЕ ВСАСЫВАНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В ОРГАНИЗМ И ПИТАНИЕ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ РАЙОНОВ С ПОВЫШЕННОЙ РАДИАЦИЕЙ

Введение. В результате аварии на ЧАЭС в Республике Беларусь более 2 млн. человек подверглись радиационному воздействию. Загрязненными радионуклидами оказалось 23% территории, а нанесенный ущерб составил 32 годовых республиканских бюджета [2]. Основную угрозу сегодня представляет внутреннее облучение: 94% радионуклидов поступает в организм с продуктами питания, 5% – с водой и 1% – ингаляционно. Для населения республики основную угрозу представляют цезий–137, который накапливается в мышечной ткани и стронций–90 (накапливается в костной ткани и подвергается хроническому облучению костный мозг и органы кроветворения) [1]. Радионуклиды поступают в организм с мясными, молочными продуктами, а также с продукцией растительного происхождения.

Цель исследования – установить комплекс мероприятий по правильному питанию у людей на территориях с повышенным уровнем радиации.

Материалы и методы исследований. Методологический комплекс исследований включал следующие общенаучные методы: контент-анализ, изучение, обобщение, синтез, сравнение.

Результаты исследований. Известно, что растения в разной степени накапливают радионуклиды. Наибольшим накоплением отличаются растения, корневая система которых расположена неглубоко, так как основное количество радионуклидов содержится именно в поверхностном 1–5-сантиметровом слое. Сбор грибов и ягод, лекарственных трав, выпас скота и заготовка сена в лесах разрешаются при плотности загрязнения цезием–137 до 2 Ки/км² [3]. По способности накапливать цезий –137 основные овощные культуры распределяются следующим образом в порядке убывания: сладкий перец, капуста, картофель, свекла, щавель, салат, редис, лук, чеснок, морковь, огурцы, помидоры (первые в 10–15 раз больше, чем последние). Фрукты не содержат значительного количества радионуклидов. Однако возможно поверхностное загрязнение опавших плодов почвой. Поэтому при сборе овощей и фруктов надо свести к минимуму их контакт с почвой, а перед закладкой на хранение тщательно очистить. Черника, брусника, черная и красная смородина, клюква более интенсивно, а земляника, крыжовник, белая сморо-

дина, малина и рябина менее интенсивно накапливают радионуклиды. Определяющий фактор накопления радионуклидов в грибах – плотность загрязнения территории в местах заготовок. При высокой плотности загрязнения (более 15 Ки/км²) содержание радионуклидов может превышать допустимые уровни. В шляпке гриба накапливается больше цезия, чем в ножке. Меньше всего накапливают радионуклиды шампиньон, опенок зимний, паненка, строчок обыкновенный, лисички, сыроежка цельная и бурующая, зонтик пестрый, дождевик шиповатый. Больше цезия содержится в мясе старых животных, стронция – в костях молодых. Наибольшая концентрация радионуклидов определяется в легких, почках, печени, наименьшая – в сале, жире. Содержание радиоактивных веществ относительно меньше в свинине, чем в говядине, баранине и мясе птицы. Мясо диких животных содержит значительное количество радионуклидов. Больше всего накапливают радионуклиды кабан и заяц, несколько меньше – лось, олень. Рыбу рекомендуется ловить в реках и проточных водоемах. Наиболее загрязненными являются хищные и придонные рыбы (щука, окунь, карп, карась, сом, линь), наименее загрязненными – обитатели верхних слоев воды (плотва, голавль, судак, лещ, укля, красноперка).

Перед приготовлением и употреблением продуктов рекомендуется соблюдать следующие правила: тщательно очищать грибы от лесного мусора, хорошо промывать, вымачивать в 2 %-ном солевом растворе в течение 20 часов (содержание радионуклидов снижается на 10 – 20%), кипятить дважды, сливая отвар (до 20%), или обдавать кипятком (до 10 – 40%); овощи и корнеплоды очищать от кожуры, тщательно мыть и предварительно вымачивать 3–4 часа в подсоленной воде, желательнее отваривать (в вареном картофеле, тушеной моркови количество радионуклидов уменьшается в 2 раза, в тушеной очищенной свекле – в 1,5 раза); при засолке или мариновании овощей, фруктов, грибов (не употреблять рассол или маринад в пищу) содержание радионуклидов снижается в 1,5–2 раза; рыбу перед приготовлением рекомендуется тщательно очищать, мыть и обязательно удалять голову, плавники и внутренности; мясо разрезать на куски среднего размера и вымачивать в подсоленной воде с добавлением уксуса 10–12 часов. При варке первый бульон после 8–10 минут кипячения надо слить. Не рекомендуются мясо-костные бульоны. Сало содержит меньше радионуклидов, чем другие продукты животноводства. При его перетопке 95% цезия остается в шкварке и жир становится практически чистым; при переработке молока в сливки, сыры, масло содержание цезия снижается на 10–90%; топленое масло не содержит радионуклидов; помол зерна в муку снижает содержание радионуклидов на 10 – 60%.

Действие радионуклидов, попавших в организм, можно уменьшить, ограничив их всасывание. Радионуклиды сходны с некоторыми стабильными элементами: цезий – с калием и рубидием; стронций – с кальцием; плутоний – с трехвалентным железом. При введении в рацион продуктов, содержащих эти стабильные элементы, они будут конкурировать с радиоактивными элементами, и снижать их всасывание. Источниками стабильных элементов яв-

ляются следующие продукты: калия (суточная потребность организма 3 г/сут) – картофель, урюк, изюм, чернослив, курага, чай, орехи, лимон, фасоль, пшеница, рожь; рубидия – красный виноград; кальция – (1 г/сут): молоко и молочные продукты, яйца, бобовые, зеленый лук, укроп, петрушка, репа, хрен, шпинат; железа – (15–30 мг/сут): мясо, рыба, зеленые овощи, ржаной хлеб, семена подсолнечника, яблоки, изюм, салат, черноплодная рябина (лучше усваивается железо животного происхождения).

Для населения, проживающего на загрязненных радионуклидами территориях, рекомендуется употребление продуктов, богатых пектинами, фитатами, антиционатами, которые связывают радионуклиды в ЖКТ. Пектины содержатся в баклажанах, грушах, свекле, смородине, моркови, яблоках, огурцах, мармеладе, перце, зефире, тыкве, соках с мякотью; фитаты – в зерновых, бобовых; антоцианы – в темноокрашенных плодах и ягодах, черноплодной рябине, сливе, черной смородине, винограде, вишне.

Снизить всасывание радионуклидов помогает употребление продуктов, богатых клетчаткой. К ним относятся хлеб грубого помола; овощи (капуста, свекла, морковь); фрукты (чернослив); крупы (гречка, овсянка, пшено). Регулярный пассаж желчи и мочи обеспечивается при употреблении дополнительного количества жидкостей (чай, соки, морсы, компоты), настоев трав, обладающих мочегонным и желчегонным действием (ромашка, зверобой, бессмертник, мята, шиповник, укроп). Для стимуляции лимфатической системы используют различные лекарственные травы: овес обыкновенный (семена, овсяные хлопья), листья черной смородины, плоды шиповника, подорожник, цветки календулы, кукурузные рыльца.

Антиоксиданты способны тормозить или устранять свободно радикальное окисление органических веществ. Антиоксидантными свойствами обладают витамины А, С и Е и микроэлементы (йод, цинк, медь, кобальт, селен).

Введение пищевых добавок направлено на повышение устойчивости организма к радиационному воздействию и выведение радионуклидов из организма. К ним можно отнести: зерна проросшей пшеницы, которые содержат значительное количество антиоксидантов и иммуномодуляторов; спиролина (из сине-зеленых водорослей) содержит до 70% протеинов; абисиб (из хвои пихты сибирской) – поливитаминный комплекс, содержащий микроэлементы, фитонциды, хлорофиллин, стимулирует кроветворение, обладает радио- и гепатозащитным действием, противовоспалительным и иммуномодулирующим эффектом.

Заключение. Таким образом, соблюдение рекомендаций по использованию в рационе определенного перечня продуктов растительного и животного происхождения и правильной подготовке их к употреблению существенно снижает накопление и всасывание радионуклидов в организме человека.

Литература. 1. Батян, Г. М. Радиационные поражения : уч. пособие / Г.М. Батян, С.И. Судник, Л.Г. Капустина. – Мн. : БГУ, 2004. – 20 с. 2. Радиационная и экологическая медицина : учеб. пособие /

А.Н. Стожаров [и др.]; под. ред. А.Н. Стожарова. – Мн.: РИВШ, 2015. – 158 с. 3. Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99). ГН 10-118-99 // Нац. реестр правовых актов Республики Беларусь, 1999 г., №16. – 6 с.

УДК 619:616-001.28/29:614.31

САЗАНОВИЧ М.А., ЩЕРБОВИЧ С.М., студенты (4 курса, ФВМ)

Научный руководитель **КЛИМЕНКОВ К.П.,** канд. вет. наук, доцент

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

РАДИАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Введение. Мониторинг – наблюдение за окружающей средой, контроль и управление за ее состоянием. Основная цель радиационного мониторинга атмосферного воздуха – наблюдение за уровнем мощности эквивалентной дозы гамма-излучения (измерение гамма-фона) для предупреждения негативных ситуаций, угрожающих здоровью людей и окружающей среды.

Координацию работ в области мониторинга атмосферного воздуха осуществляет Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды. Контроль уровня гамма-фона осуществляют и подразделения радиационного контроля ветеринарной радиологической службы.

Материалы и методы исследований. Измерение уровня гамма-фона по мощности эквивалентной дозы гамма-излучения (МЭД) нами проводились на базе поста радиационного контроля (ПРК) диагностического отдела ГУ «Гродненская ветеринарная станция» в период производственной предклинической практики в 2022 году. Проводился анализ результатов измерения уровня гамма-фона сотрудниками ПРК за предыдущий год и за 7 месяцев 2022 года.

Для измерения МЭД использовался профессиональный прибор РКС-107. Данный прибор является комбинированным прибором (дозиметром-радиометром) и предназначен в том числе для контроля радиационной обстановки на местности, в жилых и рабочих помещениях.

Результаты исследований. В Республике Беларусь создана и функционирует система радиационного мониторинга, вошедшая в национальную систему мониторинга окружающей среды Республики Беларусь. В ее состав входит широкая сеть пунктов наблюдений и аккредитованных лабораторий. К ним относится и пост радиационного контроля отдела лабораторной диагностики ГУ «Гродненская районная ветеринарная станция».

Измерение мощности эквивалентной дозы гамма-излучения проводили на территории, где расположено подразделение радиационного контроля, на реперной (контрольной) площадке, а также в помещении, где проводится радиометрия проб продукции. На реперной площадке прибором РКС-107 проводили 5 измерений в воздухе на высоте 1 метр, а в помещении методом конверта (4 точки по углам и 1 в центре). В каждой точке выполнялось по 5 из-

мерений на высоте 1 метр от пола. Результатом измерения являлись средние значения.

На территории Республики Беларусь контрольным показателем уровня гамма-фона по мощности эквивалентной дозы гамма-излучения является 0,20 мкЗв/ч. По результатам измерений ПРК ветеринарной службы в Гродненском районе за 2021 год он в среднем составил 0,13 мкЗв/ч. За 2022 год по месяцам: январь – 0,13 мкЗв/ч, февраль – 0,14 мкЗв/ч, март – 0,12 мкЗв/ч, апрель и май – 0,13 мкЗв/ч, июнь – 0,12 мкЗв/ч, июль – 0,11 мкЗв/ч. По результатам наших исследований уровень гамма-фона на местности составил 0,11 мкЗв/ч, а, в помещении – 0,10 мкЗв/ч.

Заключение. Полученные результаты измерения уровня гамма-фона (по мощности эквивалентной дозы гамма-излучения) не превышают нормативные показатели как на территории (местности), где находится пост радиационного контроля так и в его помещениях.

Литература: 1. Василенко, И.Я. Токсикология продуктов ядерного деления / И.Я. Василенко. – Москва: Медицина, 1999. – 200 с.

УДК 619:616-001.281.29

САИДКУЛОВ М.М., студент (4 курс, ФВМ Республика Узбекистан)

Научный руководитель: **МУРЗАЛИЕВ И. Дж.**, д.в.н., доцент

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

ПЕРЕРАБОТКА ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНЫХ В ЗОНАХ РАДИОАКТИВНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Введение. В Узбекистане на пастбищах природных ископаемых под влиянием радиоактивных излучений ухудшается продуктивность животных. В результате отбивки и комплектования овцеводческих ферм овцами из различных регионов неблагополучных по радиоактивным излучениям увеличивается количество падежа животных в хозяйствующих субъектах. Болезни несут смешанную форму течения. Традиционные методы лечения и профилактики заболеваний становятся малоэффективными [1,2,3].

Основная цель исследований заключается в изучении экологических, радиобиологических аспектов заражения животных радиоактивными веществами местностей.

Материалы и методы исследований. Мы применили методы экологического, радиобиологического мониторинга. Работа выполнена на кафедре зоологии, использованы данные Республиканского центра по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды Республики Узбекистан. В Джизакской области работу проводили путем мониторинга радиоактивные облучения животных в радиобиологическом отделе ветеринарной лаборатории Фарижского района Джизакской области. Использовали радиометр РУБ 01П6 и дозиметры РКС 107, МКС01М «Советник». Вместе с ними изучали технологию содержания и кормления животных в ф/х «СБМ Мухаммадамин» Фарижского района Джизакской области.

Результаты исследований. На территории Джизакской области имеются месторождения особо ценных пород ископаемых по добычи урана, вольфрама, золота, железа и лития. Месторождение «Койташ» горы Северного Нуратау содержанием вольфрама от 0,336% до 0,340%, соотношением медью, запасом 15,4 тонн. Месторождение «Темиркан» горы Северного Нуратау содержанием железа и магнетит (гематитовые руды) от 31,9% до 32,6%. Месторождение «Наука» горы Южного Нуратау со средним содержанием оксида лития до 0,86%. Месторождение «Кушсой» горы Чаткало-Курама содержанием урана и золото запасом до 2896 тонн и руды золото-кварцевые и малосульфидные – 7,22 г/тонн. Эти территории более 70% не пригодны для содержания животных из-за отсутствия пресной воды и водоемов. Это равнинная пустыня, барханы охвачены песками, горные склоны глинисто-каменистыми почвами, пастбища скудная покрытой полынью. В месторождениях особо ценных пород ископаемых, слабые травостои. Фермеры из-за недостатка пастбищ, вынуждены пасти поголовья животных в запрещенных местностях природных ископаемых. В результате животные подвергаются ионизирующим излучениям, теряют упитанность, часто болеют заразными болезнями, молодняк рождается слабыми или мертворожденными, маточное поголовье животных часто абортируют. В основном поголовье животных находятся в ниже средней упитанности, доходят до истощения и подвергаются падежу.

После измерения радиоактивного фона местности радиометром РУБ 01П6 и дозиметром РКС 107, МКС01М «Советник» выяснили, что пастбища районов урановых месторождений являются не благополучным по стронцию 90, цезию 137, йоду 131 и барию 140. Доза облучения у овец и коз составила до 200 рент/час. Животные подвергались постоянному заражению радиоактивными веществами. В последующем радионуклиды поражали внутренние органы и кожу животных. У животных в организме развивается активная репродукция возбудителей вирусных, бактериальных инфекций и гельминтов.

У животных после радиоактивного заражения радионуклидами в течение года, у 20% происходил падеж, более 30% овец и коз подвергались вынужденному убою. В результате на отгонных пастбищах большое и слабое поголовье животных подвергались вынужденному убою и последующей переработке. На летних пастбищах молоко коров, овец и коз сепарировали и стерилизовали кипячением и перерабатывали на топленое масло. После кипячения молоко оставляли до отстаивания на определенное время и верхний слой тепленного масла сливали по формам. Остаток нижнего слоя (осадок) масляной жидкости в виде сгустка с примесью радионуклидов сливали и подвергали к захоронению. В последующем полученное топленое масло при необходимости подвергали кипячению второй раз, далее разливали по формам. После вторичной обработки масло разливали по стеклянным посудам и оставляли на хранение в холодильнике под $-2C^0$ и $-3C^0$. Мясо говядины и баранины прежде подвергали посолу и оставляли на сутки, далее выветривали до вяленого состояния и оставляли на хранение. В период посола в

мясе одновременно сорбируются стронций 90 и кальций, цезий 137 с калием и тяжелые металлы через соль. В последующем мясо подвергают к 3-й часовой проварке. После кипячения и появления пенистой жидкости, мясо вытаскивают, первичный бульон сливают и вновь мясо варят на свежей воде. В конце после проварки, мясо перекладывают отдельно. Количество бульона с осадочной примесью сливают. В результате в первичный бульон переходит до 70- 80% тяжелых металлов и радионуклидов вместе с солью. После второй варки в бульоне остаются до 20% тяжелых металлов и радионуклидов. В итоге мясо варенное запускают для приготовления продуктов питания и остаток бульона оставляют для остывания до осадка примеси. После используют верхний слой бульона для нужд, а нижний слой сливают. Также кожа подвергается обильному посолу, в последующем подвергают к обработке молочно-кислыми средствами. Внутренние органы, кровь, рога, копыта и отходы животных подвергаются технической утилизации методом сжигания и захоронения в скотомогильнике. Место работы, предметы пользования и инструменты подвергаются тщательной дезинфекции 2-3% р-ром каустической соды. Переработка молока, мясо на отгонных пастбищах позволяет до 70-80% снизить в продуктах содержание радионуклидов и тяжелых металлов. Двукратная и 3-х часовая варка мяса в воде приводит к снижению содержания радионуклидов в костной ткани, уничтожению возбудителей различных болезней. При этом радионуклиды стронций 90 и цезий 137 на 77-81% переходит из костной ткани и внутренних слоев мышечной ткани в бульон. Неоднократно установлено, что радионуклиды накопленные в молоке и в мясе с солью переходят в бульон в течение 10-15 минут, затем сливается с бульоном в результате концентрация радионуклидов снижается в 3-6 раз. Уровень концентрации радионуклидов и тяжелых металлов активно снижается в мясе в результате посола и хранения в вяленом состоянии. Кристаллы соли забирает концентрацию (частицы) радионуклидов и тяжелых металлов в себе и при варке мяса уровень перехода в бульон увеличивается в 2-3 раза. В целом по такой методике переработки продукции мяса и молока, уровень радионуклидов и тяжелых металлов снижается до 60-80% или же 3-6 раз.

Заключение. В итоге выяснили, что все виды домашних животных подвергаются к радиоактивному облучению на пастбищах не зависимо от породы, вида и возраста животных. Они теряют упитанность, часто подвергаются к различным заболеваниям и падежу. Путем своевременного выявления радиоактивных излучений у животных, применения методов профилактики и переработки продукции, можно снизить уровень концентрации радионуклидов стронций 90 и цезий 137 до 60-80% или же в 3-6 раз.

Литература. 1. Пресман, А.С. Электромагнитные поля и живая природа // М : Наука -1968.- 287-289 с. 2. Мурзалиев, И. Дж., Влияние радиоактивных излучений на пневмовирусные болезни овец // Ветеринарный врач. – 2008. – № 4. – С. 14–15. 3. Мурзалиев, И.Дж., Одинцова, О.Г. Экологические факторы загрязнения почв / И.Дж. Мурзалиев, О.Г. Одинцова // Ученые записки учреждения образования «Витебская государственная академия

ветеринарной медицины» : научно-практический журнал. – Витебск, УО ВГАВМ РБ.- Т.56,вып.3,2020г.- С.129-132.4.М.М.Сайидкулов, А.Г. Кошнеров, И.Дж. Мурзалиев Смешанное течение пневмоэнтеритов овец заразной этиологии// ж. « Ветеринарная медицина Республика Узбекистан» - Ташкент.- 2022г.-№5.-С.10-12.5.Мурзалиев, И.Дж. Влияние радиоактивного фона на респираторные болезни овец//И. Дж. Мурзалиев // Вестник Киргизского аграрного университета: сборник научных трудов. – Бишкек, 2009. – № 4 (15). – С. 111–114.

УДК 615.21

ТЕРЕЩЕНКО В.А.,МАРАЕВА К. С., студенты (3 курс, ФВМ)

Научный руководитель **КОВАЛЁНОК Н.П.,** магистр образования, старший преподаватель

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

МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ АДАПТОГЕНОВ

Введение. Современный этап развития общества, применение современных радиационных технологий, в том числе и в ветеринарии, связано с возрастающими масштабами применение источников ионизирующего излучения. Эта тенденция увеличивает риск облучения персонала и населения. Свинцовая защита и другие физические меры сложны в использовании, поэтому в таких ситуациях фармакологическое вмешательство может быть наиболее разумной стратегией для защиты людей от вредного воздействия ионизирующего излучения.

В последнее время исследование радиационной защиты сместилось в сторону тестирования радиозащитного потенциала растений и продуктов животного происхождения в надежде, что однажды станет возможным найти подходящее фармакологическое средство, которое могло бы защитить людей от вредного воздействия ионизирующего излучения в клинических и других условиях.

Материалы и методы. В данной работе проведен обзор и анализ литературных данных об адаптогенах, их свойствах, механизмах действия и классах. Рассмотрены основные адаптогены растительного, животного происхождения и синтетические. Методологию исследования составили эмпирические и теоретические общенаучные методы: контент-анализ, изучение, обобщение, синтез, сравнение.

Результаты исследования. Впервые термин адаптогены был предложен советским фармакологом и токсикологом Н. В. Лазаревым в 1960-1961 гг. Он определил адаптогены как вещества, которые вызывают неспецифическую резистентность живых организмов к различным патологическим состояниям или действиям на организм неблагоприятных условий внешней среды,

в том числе и ионизирующего излучения. Н. В. Лазарев установил, что некоторые адаптогены задерживают рост опухолей, возникающих из-за действия канцерогенов, а также оказывают опосредованное, через иммунную систему, ингибирующее воздействие на процессы метастазирования и бластомогенеза [1]. Разные адаптогены не одинаково влияют на организм, поэтому рекомендуется их комбинировать и чередовать, что обеспечивает их синергический эффект.

В 1980 году Брекхам и Дардимов обнаружили, что адаптогены повышают сопротивляемость организма не только к физическим, но и химическим и биологическим вредным агентам, что еще больше расширяет возможности их использования в современной практике. Адаптогены не предназначены для лечения никаких патологий, они просто укрепляют организм до такой степени, что он сам может справиться с заболеванием. Адаптогены – это препараты, которые помогают адаптироваться к определенным условиям, повышают физическую выносливость, сопротивляемость организма к широкому спектру различных вредных воздействий.

Как показывают исследования, все адаптогены оказывают энергизирующее действие на организм, то есть они усиливают бескислородное окисление в первую очередь углеводов и жиров. Под действием всех адаптогенов повышается проницаемость клеточных мембран для углеводов, белков и жирных кислот. Таким образом, адаптогены обладают способностью повышать устойчивость организма к недостатку кислорода [2].

Так же адаптогены с одной стороны повышают чувствительность мышечных клеток к эндогенному инсулину, который начинает более активно переносить молекулы белков, углеводов, минеральных солей через клеточные мембраны внутрь клетки. С другой стороны, адаптогены усиливают проникновение глюкозы в те ткани, которые усваивают глюкозу внеинсулиновым путем. Например, увеличивается потребление глюкозы головным мозгом и печенью. Адаптогены способствуют накоплению в мышцах, печени и сердце гликогена, который является основным источником энергии для мышц. Только после истощения запасов гликогена мышцы начинают усваивать аминокислоты и жирные кислоты [2].

Кроме того, адаптогены повышают чувствительность клеток организма к собственным гормонам и негормональным соединениям. Таким образом, адаптогены ускоряют регуляцию обменных процессов и делают ее более точной.

Отдельно хотелось бы обратить внимание на противоопухолевую активность адаптогенов, которые не только тормозят развитие самой опухоли, но и задерживают распространение метастазов [3].

Существует два основных класса адаптогенов. К первому классу относятся адаптогены растительного и животного происхождения, а к другому классу относятся синтетические адаптогены.

Адаптогены растительного происхождения представляют собой фармакологически активные соединения или растительные экстракты из различных классов растений. Растительные адаптогены, стимулируют антиоксидантную

защиту, снижают метаболический ацидоз и накопление продуктов окисления, улучшают гемодинамику тканей и органов.

Самым изученным и широко известным адаптогеном, эффективность которого доказана в многочисленных исследованиях, является корень растения семейства аралиевых – женьшень (*Panaxginseng*, что означает «корень жизни»). Он содержит такие физиологически активные вещества как панаксин, панаксовую кислоту, панаквилон, панацен, гинзенин, сапонины. Фармакологическое действие женьшеня основано на стимуляции иммунной системы организма. Радиозащитную эффективность женьшеня подтверждают ряд проведенных исследований. Лечение женьшенем привело к восстановлению количества тромбоцитов и эритроцитов в крови после облучения. Был оценен весь экстракт женьшеня и относительные защитные эффекты различных фракций (углеводов, белков и сапонинов). Результаты показали, что водорастворимый цельный экстракт женьшеня обеспечивал наилучшую защиту от радиационно-индуцированных повреждений у мышей, в то время как изолированные белковые и углеводные фракции были менее эффективными, сапониновая фракция была неэффективной. Аналогичные результаты были получены Кимом и коллегами, которые обнаружили, что цельный экстракт женьшеня и его фракции увеличивали образование эндогенных колоний в селезенке у облученных мышей, а также снижали апоптоз в клетках крипты тощей кишки [1].

Позднее адаптогенные и иммуномодулирующие свойства были обнаружены и у других растений – таких как элеутерококк, лимонник китайский, родиола розовая, заманиха и др.

Класс адаптогенов животного происхождения весьма разнообразен. К нему относятся апилак, который выделяют из пчелиного маточного молочка, пантокрин, получаемый из пантов оленя, акулий жир, продукты переработки молок лососевых рыб. Действующим началом адаптогенов животного происхождения служат, по всей вероятности, пептиды, образующиеся при деградации белков.

Промежуточный класс адаптогенов составляют природные адаптогены, которые образуются под воздействием организмов при определенных условиях окружающей среды на разлагающиеся животные и растительные остатки. К ним относятся торф, сапропели, угли и другие органические соединения.

Единственным хорошо изученным синтетическим адаптогеном является препарат оксиэтиламмонияметилфеноксиацетат. Препарат был создан в Иркутском институте органической химии СО РАН, зарегистрирован в 1994 году. Взаимодействуя с цитоплазматическими мембранами клеток, препарат стабилизирует их, изменяя ион-ионные и ион-дипольные взаимоотношения в липопротеиновых комплексах, что приводит к запуску каскада эндоплазматических процессов, усиливая синтез белков. Большое значение имеет усиление синтеза триптофана, ускорение синтеза иммуноглобулинов и других белков. Препарат малотоксичен, обладает также антиоксидантным, репаратив-

ным, противовоспалительным, антитоксическим, энергостабилизирующим эффектами [3].

Заключение. Несмотря на то, что природные адаптогены растительно-го и животного происхождения использовались веками, их действие продолжают изучаться и по сей день. Механизм действия адаптогенов сложен и до конца не изучен. Систематизация и анализ литературных данных позволили нам определить, что адаптогены обладают специфическим иммуностимулирующим и анаболическим действием на состояние ЦНС, органов кроветворения и гормонов, вызывая гуморальный ответ посредством сенсibilизации В-лимфоцитов, а также Т-лимфоцитов, следствием деятельности которых является клеточный ответ. Адаптогены обладают многообещающим потенциалом для более широкого применения в будущем.

Литература. 1. Алехин, Е.К. Иммуотропные свойства лекарственных препаратов / Е. К. Алехин, Д. Н. Лазарева, С. В. Сибиряк. – Уфа: Изд. БГМИ, 1993. — 208 с. 2. Васин, М. В. Средства профилактики и лечения лучевых поражений / М. В. Васин. – М.: ВУМК «Защита», 2001. — 312 с. 3. Красильников, И. И. Некоторые перспективы совершенствования фармакологических средств противолучевой защиты / И. И. Красильников // Воен.-мед. журн. — 2001. — Т. 3, № 7. — С. 56–61.

УДК 631.95-539.16.04(476)

ТЕРЕЩЕНКО В.А., студент (3 курса, ФВМ)

Научный руководитель **ЖУРОВ Д.О.**, канд. вет. наук, доцент

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

ПАТОЛОГОАНАТОМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ У ЖИВОТНЫХ ПРИ ОСТРОЙ И ХРОНИЧЕСКОЙ ЛУЧЕВОЙ БОЛЕЗНИ

Введение. Диагностика поражений животных ионизирующими излучениями обусловлена тем, что проникающая радиация, связанная с технической деятельностью человека, при неблагоприятных обстоятельствах может стать причиной внешнего кратковременного высокоинтенсивного (большими дозами) или длительного менее интенсивного (малыми дозами) облучения животных, а также результатом попадания радиоактивных веществ внутрь организма [2].

Некоторые радионуклиды избирательно накапливаются в органах и тканях: йод – в щитовидной железе, цезий – в мышечной ткани, стронций – в костной ткани. Отрицательное биологическое действие радионуклидов (изотопы йода, цезий-134, 137, 141, барий-140, стронций-89, 90, плутоний-238–242 и др.) встречается вблизи соответствующих промышленных предприятий, при ядерных испытательных взрывах, аварийных выбросах на АЭС с распределением их в биосфере и радиоактивным загрязнением местности [3].

В зависимости от дозы радиоактивных веществ и длительности местного или общего воздействия лучевой энергии развиваются как местные в виде ожогов, дистрофии, воспаления, некроза, так и общие повреждения в форме

острой или хронической лучевой болезни (легкой, средней или тяжелой степени тяжести) с характерными для острой лучевой болезни геморрагическим и иммунодефицитным синдромами [1, 4, 5].

Цель исследования – установить морфологические изменения в организме животных при лучевой болезни и повреждениях, вызванных действием радиации.

Материалы и методы исследований. Методологический комплекс исследований включал следующие общенаучные методы: контент-анализ, изучение, обобщение, синтез, сравнение.

Результаты исследований. Острая лучевая болезнь по степени поражения различна и имеет периодичность течения: период первичных реакций, латентный период, период разгара болезни, период выздоровления или летальности.

Патологоанатомические изменения при острой лучевой болезни довольно разнообразны, различна и степень их выраженности, что зависит от вида ионизирующего излучения, а также вида и возраста животного. Однако, несмотря на большое разнообразие патологоанатомических признаков, лучевая болезнь характеризуется комплексом взаимосвязанных и последовательно развивающихся в организме изменений.

При внешнем осмотре павших животных обращают на себя внимание наличие алопеций, кровоизлияния на слизистых оболочках и коже. У лошадей шерсть не выпадает, но на отдельных участках тела, особенно на внутренней поверхности конечностей видны корочки засохшего экссудата. У лошадей и крупного рогатого скота выявляют кератит.

При проведении аутопсии трупов животных, павших от острой лучевой болезни, выявляют в грудной полости серозный, серозно-фибринозный или геморрагический экссудат. Также находят массовые тканевые (очаговые и диффузные петехиальные) и полостные кровоизлияния с развитием геморрагического синдрома (диатеза). Зачастую кровоизлияния наблюдают по ходу межреберных кровеносных сосудов, под эпикардом по ходу венечных сосудов, в миокарде и эндокарде, в слизистой оболочке гортани, трахеи, бронхов, под легочной плеврой. Геморрагии на слизистой оболочке кишечника чаще бывают множественными, а также может развиваться полостное кровотечение в просвет кишечника, поэтому нередко в кишечнике могут находить рыхло свернутые сгустки крови.

В брюшной полости обнаруживают скопление жидкости красноватого цвета. Легкие находятся в состоянии острой венозной гиперемии и отека, а также геморрагической пневмонии, при хронической лучевой болезни – с очагами ареактивных некрозов.

У свиней кровоизлияния, некрозы и изъязвления обнаруживают преимущественно в слизистых оболочках желудка и толстого отдела кишечника. У лошадей отмечают множественные кровоизлияния в слизистой оболочке ротовой полости и язвенные поражения в слизистой оболочке десен, щек и глотки. Печень находится в состоянии острой венозной гиперемии.

У птиц обнаруживают серозный отек стенки пищевода и многочисленные кровоизлияния – геморрагический диатез.

Почки при лучевой болезни находятся в состоянии острой венозной гиперемии, мочевого пузырь заполнен мочой, иногда с примесью крови и фибрина. Органы кроветворения и иммунной системы находятся в состоянии аплазии – размер и масса селезенки уменьшены, красный костный мозг светлый, разжиженной консистенции. Лимфатические узлы в состоянии серозно-геморрагического воспаления.

Патологоанатомический диагноз лучевой болезни:

1. Геморрагический синдром.
2. Язвенно-некротический стоматит, фарингит, ларингит, некротическая ангина.
3. Язвенно-некротический гастроэнтерит.
4. Некроз лимфоидной ткани в органах иммунной системы.
5. Аплазия костного мозга, атрофия тимуса.
6. Фибринозно-геморрагическая некротическая пневмония.
7. Некрозы в печени, семенниках и яичниках.
8. Ожоги кожи, дерматит, облысение, кератит.

При хронической лучевой болезни наблюдают общую анемию, аплазию (атрофию) органов кроветворения (селезенка, лимфатические узлы, красный костный мозг) и желез внутренней секреции (особенно, щитовидной и половых желез). Как правило, сопутствует хронической лучевой болезни воспаление легких, нарушения сердечно-сосудистой системы и активизация условно-патогенной микрофлоры.

Заключение. Таким образом, при патологоанатомической диагностике лучевой болезни у животных выявляются принципиально различные процессы в организме, которые зависят от дозы и вида проникновения излучения в организм, течения болезни, вида, возраста и состояния облученных животных.

Морфологическая характеристика острой лучевой болезни у животных характеризуется поражением паренхимы органов кроветворения и иммунитета и половых желез, развитием геморрагического диатеза, дистрофических поражений паренхиматозных органов, аутоинфекционных поражений в легких, кишечнике и микробизма тканей. Воспалительная реакция в очагах аутоинфекционных осложнений, возникших в разгар лучевой болезни, характеризовалась резким развитием экссудативных, дистрофических и некротических процессов и полным отсутствием клеточно-пролиферативных процессов.

Литература. 1. *Болезни животных (с основами патологоанатомической диагностики и судебно-ветеринарной экспертизы) : монография / В. С. Прудников, А. И. Жуков, С. Л. Борознов [и др.]. – Минск : Техноперспектива, 2010. – 507 с.* 2. *Кухта, Ю. С. Воздействие ионизирующего излучения на организм человека. Острая лучевая болезнь : учеб. пособие / Ю. С. Кухта ; М-во трансп. Рос. Федерации. Новосиб. гос. акад. вод. трансп.. – Новосибирск : Новосиб. гос. акад. вод. трансп., 2003. – 23 с.* 3. *Саврасов, Д. А. Ветеринар-*

ная радиобиология : Учебное пособие / Д. А. Саврасов, А. А. Михайлов ; ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2017. – 118 с. 4. Справочник по вскрытию трупов и патоморфологической диагностике болезней животных : с основами судебно-ветеринарной экспертизы / В. С. Прудников, Б. Л. Белкин, А. И. Жуков [и др.]. – Витебск : Учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», 2007. – 375 с. 5. Трошин, Е. О. Радиационная патология животных / Е. О. Трошин, Р. О. Васильев, Н. Ю. Югатова – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины, 2020. – 168 с.

УДК 619:616-001.21(078.8)

ТЕРЕЩЕНКО В.А., студент (3 курса, ФВМ)

Научный руководитель **ЖУРОВ Д.О.**, канд. вет. наук, доцент

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

ИММУНОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ОРГАНИЗМЕ ПТИЦ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Введение. В процессе своей жизни животные подвергаются воздействию ионизирующего излучения как от естественных (космическое облучение, радионуклиды, находящиеся в земной коре, воде, атмосфере), так и от искусственных (техногенных) источников излучения [3]. Наиболее радиочувствительными клетками в организме млекопитающих и птиц являются клетки костного мозга, тимуса, селезенки, лимфатических узлов. Особое место отводится изучению молекулярных механизмов интерфазной гибели радиочувствительных клеток организма, к которым относятся лимфоциты, образующие ряд различных популяций и приводящие к развитию общего иммунодефицита [1, 2]. Главным проявлением иммунодефицита является повышенная восприимчивость птицы к инфекционным заболеваниям, создаются условия для проявления отрицательных воздействий условно-патогенной микрофлоры, существенно снижается продуктивность, возрастает потребление кормов, развиваются пролонгированные поствакцинальные реакции.

Цель исследования – описать иммуноморфологические изменения в организме птиц при воздействии радиации.

Материалы и методы исследований. Методологический комплекс исследований включал следующие общенаучные методы: контент-анализ, изучение, обобщение, синтез, сравнение.

Результаты исследований. При воздействии ионизирующей радиации лимфоциты погибают в несколько этапов. В первые сутки (спустя 6–12 часов) после облучения начинается *интерфазная* гибель клеток. По мере гибели клеток уменьшаются размеры всех органов иммунной системы. При этом наблюдают опустошение (делимфатизация) паренхимы лимфоидной ткани, тогда как соединительнотканная строма органов остается неизменной.

Второй этап (*репродуктивная*) опустошения органов иммунитета происходит в течение последующих 3–4 суток. На этом этапе причиной опустошения становится репродуктивная гибель делящихся лимфоцитов. Деление клеток в этом случае провоцируется притоком микробных антигенов. Это обусловлено нарушением естественных барьеров (кожи, слизистых оболочек).

Радиочувствительность различных популяций лимфоцитов может отличаться весьма значительно, в зависимости от степени зрелости клеток. Например, Т–лимфоциты субкапсулярной зоны коркового вещества долек тимуса обладают высокой радиоустойчивостью. Кортикальные тимоциты напротив, являются самыми радиоустойчивыми клетками иммунной системы.

В–лимфоциты, ответственные за образование антител, более радиочувствительны, чем Т–лимфоциты. Популяции В–клеток более однородны по радиочувствительности, нежели Т–лимфоциты. В связи с этим иммунные реакции, в основе которых лежит ответ В–лимфоцитов (образование антител), являются более уязвимыми к воздействию радиации, чем Т–клеточные реакции.

Довольно устойчивы к радиации естественные киллерные клетки, поскольку им не нужен предварительный контакт с антигенами, чтобы выполнить функцию клеток–убийц или приобрести радиоустойчивость.

Клетки памяти более радиоустойчивы, чем не контактировавшие с антигенами лимфоциты. Этим объясняется большая радиоустойчивость вторичного иммунного ответа по сравнению с первичным иммунным ответом.

При облучении очень уязвимыми оказываются все процессы, связанные с межклеточными контактами между макрофагами, Т– и В–лимфоцитами. При облучении сильнее поражается клеточный (контактный) вид межклеточного взаимодействия, нежели гуморальный (дистантный). Это связано со специфическим нарушением рецепторных систем клеточных мембран. Из-за высокой радиочувствительности межклеточных контактов нарушается процесс избирательного проникновения лимфоцитов из кровяного русла в периферические органы иммунной системы. Причина заключается в нарушении мембранных рецепторных систем распознавания этих клеток. Нарушается путь миграции лимфоцитов в лимфоидную ткань кишечника, дыхательных путей. В результате ослабляется барьерная функция слизистых оболочек, обеспечивающих защиту от внешней биологической агрессии. Продукты жизнедеятельности бактерий оказывают на организм дополнительное иммунодепрессивное действие. Ситуация осложняется и тем, что наряду с патогенными микроорганизмами начинает активизировать и проявлять патогенные свойства условно–патогенная микрофлора.

Функциональные нарушения без гибели клеток более характерны для макрофагов и других вспомогательных клеток иммунной системы.

Наибольший урон иммунной системе наносит облучение костного мозга. При частичном его поражении создаются условия для обмена стволовыми клетками между различными отделами миелоидной ткани и для запуска но-

вого витка кроветворения. Если же произошло общее облучение костномозговой ткани в условиях высоких доз радиации, то это ведет к необратимым поражениям ретикулярной ткани – микроокружения развивающихся клеток крови. Последствием радиационного поражения тимуса является ранняя инволюция органа. Ускоренно снижается число тимоцитов и уровень тимусных гормонов. К разряду неравномерных облучений относится облучение инкорпорированными (т.е. попавшими в организм) изотопами. При разных типах локализации изотопов избирательно поражаются различные органы иммунитета. Так, концентрирующийся в костях стронций-90 непрерывно воздействует на кроветворную ткань красного костного мозга. Изотопы йода, накапливающиеся в щитовидной железе, воздействуют на тимус. Селен-75 нарушает миграцию и рециркуляцию лимфоцитов.

Длительное воздействие радиации способствуют развитию опухолей, что связано с гибелью относительно радиоустойчивых естественных киллерных клеток. В результате активируются лимфотропные вирусы. Это приводит сначала к образованию тимом, а затем и лимфолейкоза.

Заключение. Таким образом, при воздействии радиации в первую очередь изменения наблюдаются в органах иммунной системы, вследствие чего ослабевает антибактериальная защита, связанная с продукцией антител, а затем – противовирусная защита, зависящая от Т-лимфоцитов.

Литература. 1. Андрийчук, Т. Р. Влияние ионизирующей радиации на индукцию и реализацию запрограммированной клеточной гибели / Т. Р. Андрийчук, Н. Г. Ракиш, С. Л. Луговая, С. Я. Мандрык, Л. И. Остапченко // Биологические эффекты малых доз ионизирующей радиации и радиоактивное загрязнение среды. Меж. конф. – Сыктывкар, 2014. – С. 11–14. 2. Бирман, Б. Я. Иммунодефициты у птиц : практическое пособие / Б. Я. Бирман, И. Н. Громов. – Минск : Бизнесофсет, 2001. – 140 с. 3. Бирман, Б. Я. Диагностика, лечение и профилактика иммунодефицитов птиц / Б. Я. Бирман, И. Н. Громов ; Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского НАН Беларуси, Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Минск : Бизнесофсет, 2004. – 102 с.

УДК 616-039.72

ФЁДОРОВА Д.С., студент (3 курс, ФВМ)

Научный руководитель **КОВАЛЁНОК Н.П.**, магистр образования, старший преподаватель

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

ЛУЧЕВАЯ ТЕРАПИЯ В ВЕТЕРИНАРИИ

Введение. Лучевая терапия злокачественных опухолей применяется в гуманной медицине более ста лет. За это время данный метод лечения завоевал достойное место в противоопухолевой терапии наряду с хирургическим удалением опухоли и химиотерапией. Лучевая терапия применяется как самостоятельный метод, а также как компонент комплексного лечения онколо-

гических заболеваний. Однако в ветеринарии использование лучевой терапии ограничено трудоемкостью процесса, отсутствием специального оборудования и специалистов в данной области.

Материалы и методы исследования. Целью исследования является анализ и изучение литературных данных о роли, методах, эффективности и особенностях применения лучевой терапии при лечении онкологических заболеваний в ветеринарии. Методологию исследования составили эмпирические и теоретические общенаучные методы: контент-анализ, изучение, обобщение, синтез, сравнение.

Результаты исследования. Лучевая терапия является одним из основных методов лечения злокачественных образований. Преимуществом данного метода является малая инвазивность и эффективность, так как при действии ионизирующего излучения происходит не только разрушение опухоли, но подавляется рост опухолевых клеток.

Основу использования ионизирующих излучений в лучевой терапии составляет чрезвычайно сложный процесс биологического действия ионизирующего излучения на различные органы, ткани и опухоли, сопровождающийся определенными морфологическими и функциональными изменениями в облучаемой ткани [3]. При этом прослеживается сочетание регрессивных и восстановительных явлений, которые находятся в тесной зависимости от поглощенной энергии и времени, прошедшего после облучения.

Воздействие радиации на биологический материал обусловлено поглощением энергии рентгеновских или гамма-лучей, или заряженных частиц в атомах, которые переходят в возбужденное состояние или происходит их ионизации и уже потом эти процессы, инициируют цепочку действий, которые приводят к конечному биологическому эффекту. Так называемый летальный эффект вызван прямым действием радиации, вызывающей повреждение ДНК.

Реакция опухолей на действие ионизирующего излучения весьма разнообразна и зависит от их гистологической природы, степени дифференцировки клеток, количества в них кислорода, активности пролиферативных клеток, находящихся в стадиях митотического цикла. Радиационно-индуцированная гибель клеток модулируется несколькими факторами, связанными с молекулярными физико-химическими эффектами, которые вызывают клеточный стресс. В зависимости от дозы и используемых графиков облучения, в результате нарушения равновесия, вызванного стрессом, происходит клеточное старение или гибель. Проведенные исследования показали, что ионизирующее излучение действует не только на раковые клетки, вызывая их гибель, но и на сложные биологические взаимодействия между опухолями и стромой, в которой они растут [1].

Таким образом, вид, место и эффективность лучевой терапии определяется прежде всего биологическими особенностями опухоли, ее локализацией, степенью распространения, радиочувствительностью, состоянием пациента и другими факторами. При местно-распространенных нерезектабельных опухолях лучевая терапия может использоваться как самостоятельный метод

лечения или в сочетании с другими способами лечения с целью противоопухолевого воздействия. При генерализованных формах опухоли лучевая терапия в сочетании с другими методами создает значительный паллиативный или симптоматический эффект [3].

Существующие методы лучевой терапии условно можно разделить на две основные группы – способы дистанционного, или наружного облучения и способы внутреннего облучения.

При дистанционном облучении источник излучения находится на расстоянии от опухоли и для этого используют гамма и рентгеновское излучение, быстрые электроны, протоны и нейтроны.

При внутреннем облучении источник излучения размещают или в полости органа, или внутри опухолевой ткани, или вводится в организм в виде радиофармацевтического препарата:

брахитерапия – метод, при котором источник излучения расположен рядом с опухолью; облучение может быть внутримолостным или внутритканевым;

системная радионуклидная терапия основана на использовании соединений, тропных к определенной ткани (радиофармацевтических препаратов). Для лечения злокачественных опухолей щитовидной железы используется радионуклиды йод-131, для лечения костных метастазов используют радионуклиды стронция-89 и самария-153 [2].

В настоящее время возможности лучевой терапии расширяются в связи с достижениями иммунологии и появлением нового вида лечения опухолей радиоиммунотерапии, основанной на использовании моноклональных антител, связанных с радионуклидами. Для этого в кровь пациента вводят меченные радиоизотопами моноклональные антитела, которые связываются с опухолевыми клетками и обеспечивают высвобождение большой дозы радиации непосредственно в опухоль. На данном этапе при проведении радиоиммунотерапии используют препараты на основе изотопов иттрия-90 и йода-131 [3].

Использование лучевой терапии выступает на первый план, если опухоль не возможно полностью удалить хирургическим путем, вследствие того, что она вплотную подрастает к жизненно важным органом или если опухоль нечувствительна к химиотерапии [1].

Лучевая терапия в ветеринарии используется для лечения опухолей различных локализаций: кожи, полости рта и носа, саркомах мягких тканей, аденокарциномах молочной железы, мастоцитомах, лимфомах и многое другое. Также лучевая терапия может применяться при неопухолевых заболеваниях, если лечение другими методами не дает эффекта: заболеваниях кожи (дерматозах, экземе небактериальной природы), хронических воспалительных процессов, в основном заболеваниях суставов (деформирующий артрит, синовит).

При данных заболеваниях хирургическое вмешательство в качестве единственного метода лечения признается неэффективным. Химиотерапия при опухолях носа у животных традиционно считается малоэффективной.

Существует несколько методик проведения лучевой терапии у животных, которые различаются в отношении режима фракционирования, разовой дозы и числа фракций. Использование ускоренного режима, при котором суммарная доза подводится за малое количество фракций малоэффективно из-за лучевой нагрузки на весь организм животного. При получении суммарной дозы за несколько фракций здоровые клетки страдают меньше, а опухолевые клетки – сильнее. Этот факт объясняется тем, что максимальный эффект лучевой терапии наблюдается при действии на клетку, находящуюся в стадии митоза [3]. При локализации опухоли на голове или при проведении брахитерапии, когда необходимо использовать наркоз наиболее эффективной является методика с числом фракций 2-3 раза в неделю. При локализации опухоли на конечностях или теле животного используются фиксаторы, и в этом случае седация не требуется, поэтому используется методика с числом фракций 3-5 раз в неделю. Доза облучения определяется с учетом типа опухоли, глубины залегания патологического очага, количества полей.

Осложнения при проведении лучевой терапии животных связаны с действием ионизирующих излучений на здоровые ткани и возникновении лучевых повреждений. В зависимости от дозы лучевые поражения проявляются в виде эритемы, дерматитов, алопеций, язв и некрозов. При действии гамма-излучения наблюдаются эритемы и алопеции. При действии рентгеновского излучения лучевые поражения более выражены и проявляются сухим и влажным дерматитами.

Заключение. Лучевая терапия является эффективным методом лечения онкологических больных. Конечно, она имеет ряд своих противопоказаний, но это достаточно важная методика, в особенности для тех больных, у которых неоперабельная опухоль. Знание и понимание процессов, происходящих в живом организме под действием ионизирующего излучения необходимо не только для лечения, но и для предупреждения необратимых постлучевых изменений здоровых органов и тканей, окружающих опухоль.

Литература: 1. Каприн, А. Д. Стандарты лучевой терапии / А. Д. Каприн, Е. В. Костин, А. Д. Хмелевский. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 424 с. 2. Труфанов, Г. Е. Лучевая терапия (учебник для вузов). / Г.Е. Труфанов, М. А. Асатурян, Г. М. Жаринов. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007 – 195 с. 3. Хансен, Э. К. Лучевая терапия в онкологии. Руководство. Пер. с англ. / Э. К. Хансен, М. Роач. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 992 с.

УДК 619:616-001.281.29

ФЕЛИВ С.В. студент (4 курс, БТФ, ВСиЭ)

Научный руководитель: **МУРЗАЛИЕВ И. Дж.**, д.в.н., доцент

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

МИГРАЦИЯ РАДИОНУКЛИДОВ ВО ВНЕШНЕЙ СРЕДЕ

Введение. В последние годы многие страны являются неблагополучными по содержанию радиоактивных веществ. К ним относятся города Нагасаки, Херосима и Фукусуми в Японии, Челябинская область России, Чернобыль на Украине, территории Сербии и Косово. Радиоактивные вещества поступали во внешнюю среду за счет применения ядерного и термоядерного оружия при военных действиях стран НАТО, при переработке урановых месторождений, при захоронении урановых отходов в хвостохранилищах [1,2,4].

Основная цель исследований заключилась изучить экологические, радиобиологические аспекты миграции радиоактивных веществ на фоне окружающей среды.

Материалы и методы исследований. Для выявления радиоактивных веществ и их миграции были применены методы экологического, радиобиологического мониторинга. Использованы данные Республиканского центра по гидрометеорологии, контроль радиоактивного загрязнения и мониторинга окружающей среды. Работа была выполнена на кафедре зоологии и в радиобиологическом отделе Витебской областной ветеринарной диагностической лаборатории путем применения радиометра РУБ 01П6 и дозиметра РКС 107; гамма- радиометров РКГ-АТ 1320 А и РКГ-01А/1; дозиметр-радиометра МКС01М «Советник». Исследования проводили на пастбищах, сельхозугодьях, в скотопомещениях, кормохранилищах и на 500 головах крупного рогатого скота в СПК «Ольховское» Витебского района Витебской области.

Результаты исследований. В 1986 году после взрыва реакторов в Чернобыльской АЭС южная сторона республики или часть территории Гомельской области граничащий с территорией Украины стала неблагополучной по загрязнению почвы, воды и воздуха радиоактивными веществами. После ветровой миграции радиоактивной пыли в местах загрязненной почвы стал возрастать уровень радиационного фона. Создана большая потенциальная опасность для животных и людей. В результате радиометрами было установлено распространение стронций 90, цезий 137 и плутоний 239. Миграция радиоактивных веществ распространились в виде облака, состоящего из летучих веществ и частиц после активного испарения, после выпадения дождя, мокрого снега и выпадения солнечных лучей. Передвижения радиоактивных частиц зависило в основном от метеорологических условий местностей. Загрязнение рек, озер и других водоёмов происходило путем смылов поверхностей почв после дождевых осадков и паводков. В итоге происходил биологический кругооборот веществ по перемещению радиоактивных веществ по схеме: «почва-растение – животное–человек». По источ-

никам исследований известно, что одновременно в молоке и в мясе сорбируется стронций 90 и кальций, цезий 137 с калием в почвах, растениях. Цезий 137 хорошо локализуется в костной ткани у животных и рыб. Радиоактивные вещества в естественных сенокосах и травостоях удерживаются до 30-40%, особенно цезий 137 до 30%, в многолетних травах до 7-15%, в листьях растений остаются от 20 до 60%, особенно в период вегетации. Радиоактивные вещества на поверхности почвы глубиной до 2-3 см находятся до 30 суток. Повторное загрязнение происходит при поднятии почвы с поверхности земли ветром, пасущие животные, механизмами при заготовке кормов и после уборочных работ сельхоз культур. После загрязнения концентрации стронций 90 и цезий 137 увеличивается в молоке в 30 раз, в мясе – 10 раз. Путем радиобиологического мониторинга территорий, пастбищ, сельхозугодий, скотопомещений, кормохранилищ и путем обследования радиометром до 500 голов крупного рогатого скота в СПК «Ольховское» выяснили, что радиационный фон был в пределах допустимой нормы. В результате допустимая норма стронций 90 составила в воде до 0,40 Бк/л, кг; в молоке до 190 Бк/л, кг; полуфабрикатах картофеля, хлебобулочных изделиях и молоке – 3,3 Бк/л, кг; в мясе до 400 Бк/л, кг; в жирах до 110 Бк/л, кг; в овощных и бахчевых культурах до 40 Бк/л, кг и др. Аналогично цезий – 137 выявлен в воде – 11 Бк/л, кг; в молоке – 90-160 Бк/л, кг; в мясе 200-380 Бк/л, кг; в жирах – 40-105 Бк/л, кг; в овощных и бахчевых культурах до 40 Бк/л, кг.

Заключение. В результате выяснили, что территория, пастбища, сельхозугодья, кормохранилища и поголовья животных СПК «Ольховское» является благополучным по содержанию радиоактивных веществ. Радиоактивный фон сельхозпродукций в пределах допустимой нормы.

Литература. 1.Пресман, А.С. Электромагнитные поля и живая природа // М : Наука-1968.-289с. 2.Мурзалиев, И.Дж., Влияние радиоактивных излучений на пневмовирусные болезни овец // Ветеринарный врач. – 2008. – № 4. – С. 14–15. 3.Мурзалиев, И. Дж., Одинцова, О.Г. Экологические факторы загрязнения почв / И. Дж. Мурзалиев, О.Г. Одинцова // Ученые записки учреждения образования «Витебская государственная академия ветеринарной медицины» : научно-практический журнал. – Витебск, УО ВГАВМ РБ.- Т.56, вып.3, 2020г.- С.129-132. 4.Мурзалиев, И. Дж. Влияние радиоактивного фона на респираторные болезни овец // И. Дж. Мурзалиев // Вестник Киргизского аграрного университета: сборник научных трудов. – Бишкек, 2009. – № 4 (15). – С. 111–114.

УДК 619:614.31:637.1

ФЕЛИВ С.В., студент (4 курса, БТФ)

Научный руководитель **МЕДВЕДЕВА К.Л.**, канд. с.-х. наук, доцент
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

РАДИАЦИОННАЯ ОБРАБОТКА СЫРОГО МОЛОКА

Введение. В Республике Беларусь получение молока высокого качества является приоритетным направлением при его производстве, поскольку именно качество сырого молока определяет безопасность продукции его переработки и экономическую эффективность отрасли молочного скотоводства.

Одним из главных показателей качественного молочного сырья, отражающего реальные условия его получения, считают микробную обсемененность. Молоко – идеальная питательная среда для развития многих микроорганизмов, в т.ч. технически вредных, приводящих к преждевременному скисанию молока, и болезнетворных микроорганизмов, способных вызывать у человека около 30 заболеваний [3].

Радиационная обработка пищевых продуктов в целях их обеззараживания является альтернативой широко распространенной термической стерилизации и пастеризации. Каждый из данных способов имеет свои достоинства и недостатки.

Цель исследований – изучить возможность применения радиационного облучения молочного сырья и его влияние на качественные характеристики.

Материалы и методы исследований. При написании статьи были изучены научные публикации, материалы периодической печати, интернет-ресурсов, ТНПА. В ходе работы применялись методы сравнения, системного анализа, обобщения научных и информационных данных.

Результаты исследований. На перерабатывающих предприятиях традиционным способом обеззараживания сырого молока является его тепловая обработка (пастеризация, стерилизация). Термическая стерилизация сырья надежно элиминирует микроорганизмы из молока, однако длительное воздействие высоких температур нарушает нативную структуру белков, особенно сывороточных, вызывает гидролиз пептидных связей, способствует агрегации и быстрому выпадению в осадок ионов кальция, понижает сычужную свертываемость молока. Кроме того, длительное тепловое воздействие может способствовать разрушению витаминов, в частности аскорбиновой кислоты, рибофлавина, ретинола [1].

В некоторых странах мира альтернативным способом обработки продуктов питания, в целях увеличения их сроков хранения и уменьшения содержания посторонней патогенной микрофлоры, является технология радиационной обработки. Ученые Нидерландов одни из первых начали использовать облучение сырья при производстве пищевых продуктов [6].

В соответствии со статистическими данными МАГАТЭ в мире насчитывается более 1500 ускорителей электронов, используемых, в основном, для

обработки продуктов питания, сельскохозяйственного сырья, стерилизации медицинских изделий и радиационной химии. Наибольшее количество ускорителей установлено в США (более 500) и в Японии (более 300). Также ускорители численно преобладают и в странах БРИКС [8].

Для облучения пищевых продуктов используются установки с изотопами Co^{60} , Cs^{137} или с ускорителями электронов, которые характеризуются низкими уровнями энергии излучений, что не может вызвать в облучаемых объектах появления «искусственной» радиоактивности [6].

Биологическое действие ионизирующего излучения заключается в возникновении изменений, вызываемых в жизнедеятельности и структуре живых организмов при воздействии коротковолновых электромагнитных волн (рентгеновского излучения и гамма-излучения) или потоков заряженных частиц (альфа-частиц, бета - излучения, протонов) и нейтронов [4].

В отличие от термических методов, радиационная стерилизация позволяет уничтожить микроорганизмы, сохраняя основные питательные вещества в молоке. Установлено, что при радиационной обработке молока бета-излучением в дозах, достаточных для снижения бактериальной обсемененности до уровня, не превышающего требований ТНПА, происходит увеличение содержания отдельных аминокислот в среднем на 9-13%, что вызвано частичной деструкцией нативных белков молока. Предполагается, что частичное разрушение первичной структуры белковых молекул молока, часто имеющих аллергенные свойства, позволит уменьшить аллергенность и повысить диетические качества молока за счет увеличения количества свободных аминокислот, обладающих высокой биодоступностью и биологической ценностью [2].

Следует помнить, что при радиационной обработке пищевой продукции, для достижения высокой степени стерильности и микробиологической чистоты, молочные продукты могут менять вкус, запах и цвет. По данным авторов [5], определенные дозы ионизирующего излучения инициируют образование в молочном сырье свободных радикалов, а те, в свою очередь, включаясь в протекающие в жидкой среде химические реакции, вызывают появление специфических органолептических и химических показателей сырого молока.

Тимакова Р.Т. экспериментально установила, что при облучении козьего молока дозами до 2,4 кГр пробы по микробиологическим и органолептическим показателям соответствовали требованиям ТНПА. При облучении дозой 3 кГр отмечали в молоке появление прогорклого вкуса и запаха за счет изменения липидных фракций свободными радикалами [7].

Заключение. При выборе способа обработки пищевой продукции необходимо учитывать технологические, экономические и экологические стороны проблемы. В промышленных масштабах технология радиационного облучения сырья в целях его обеззараживания является менее распространенным способом обработки и уступает место традиционному – термическому. Применение небольших доз облучения позволяет уменьшить контамина-

цию микроорганизмов в сыром молоке, сохраняя его нативные органолептические и химические показатели.

Литература: 1. Карпеня, М.М. *Технология производства молока и молочных продуктов : учеб.пособие* / М.М. Карпеня, В.И. Шляхтунов, В.Н. Подрез. – Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2014. – 410 с. 2. Кривоногова, А.С. *Радиационная обработка молока импульсами ускоренных электронов* [Электронный ресурс] / Режим доступа : <https://docviewer.yandex.by/view/121704324>. – Дата доступа : 03.04.2023. 3. Курак, А. *Пути снижения бактериальной обсемененности молока* / А. Курак // Информационно-консультативная служба агропромышленного комплекса [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа : <http://yariks.info/2016/03/23/ib20162-6/?ysclid=lgc369r7ja379103475>. – Дата доступа : 05.04.2023. 4. Пестовский, Ю.С. *Биологическое действие ионизирующего излучения* [Электронный ресурс] / Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/biologicheskoe-deystvie-ioniziruyuschih-izlucheniya/viewer>. – Дата доступа : 03.04.2023. 5. Петриченко, Л.К. *Влияние ионизирующего облучения на продукты питания* [Электронный ресурс] / Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-ioniziruyuschih-izlucheniya-na-produkty-pitaniya/viewer>. – Дата доступа : 03.04.2023. 6. Почапинский, В.И. *Современное состояние проблемы радиационной обработки пищевых продуктов* [Электронный ресурс] / Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennoe-sostoyanie-problemy-radiatsionnoy-obrabotki-pischevyh-produktov/viewer>. – Дата доступа : 05.04.2023. 7. Тимакова, Р.Т. *Радиационная обработка молока* / Р.Т. Тимакова // *Молочная промышленность*, 2020. – № 5. – С. 30-31. 8. Aleksakhin, R.M. *Prospects for the use of radiation technologies in the agro-industrial complex of the Russian Federation* / R.M. Aleksakhin, N.I. Sanzharova, G.V. Kozmin, A.N. Pavlov, S.A. Geraskin // *Vestnik Rossijskoj akademii nauk Bulletin of the Russian academy of sciences*, 2014. – № 1. – Pp. 78-85.

УДК 631.145: 614.876

ФРИДРИХ К.А., студент (2 курса, ФВМ)

Научный руководитель **ЛАНЦОВ А.В.**, ст. преподаватель

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

АДАПТАЦИЯ БИОЦЕНОЗОВ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОЙ РАДИАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ

Введение. 26 апреля 1986 года случилась катастрофа, которая повлекла за собой огромный вред окружающей среде. Авария на ЧАЭС привела к выбросу из активной зоны реактора 4-го энергоблока примерно 50 МКи радионуклидов и 50 МКи радиоактивных газов, что составило примерно 3 - 4% от исходного количества радионуклидов в реакторе, которые выбросились с потоком воздуха на высоту 1100 м. Выброс радионуклидов в атмосферу происходил до 6 мая, пока полуразрушенную активную зону реактора не забросали

мешками с песком, глиной и свинцом. И все это время в атмосферу выбрасывались радионуклиды, которые перемещались ветром по всей поверхности земного шара. Отдельные мелкие частицы радионуклидов и радиоактивные газы были зарегистрированы в Средней Азии, Сибири, Китае, Японии, США и Мексике. 27 апреля на большей части северной Европы наблюдалось повышение радиационного фона на 10,5% от изначального уровня. Выпадение радиоактивности наблюдалось даже на Балтийском море в виде длинного и узкого следа. Сильному радиоактивному загрязнению подверглись Могилёвская и Гомельская области Беларуси, некоторые районы Житомирской и Киевской областей Украины, большая часть Брянской области России. Но основная часть радионуклидов осела, в так называемой, Чернобыльской зоне отчуждения – 30 километров от АЭС. В результате выброса было выделено в атмосферу 23 основных радионуклида, из которых больше всего было ^{129}I , ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs , менее 1,5 % радиоизотопов Zr, Nb, Ru, Sb, Ce, Eu, U, Pu, Am, Cm в составе очень мелких частиц облучённого ядерного топлива (топливных «горячих» частиц) [2, 5].

Целью исследования является изучение радиоэкологических эффектов в растительном и животном мире, которые были вызваны последствиями аварии на ЧАЭС.

Материалы и методы исследований. Методологию исследования составили эмпирические и теоретические научные методы, такие как: контент-анализ, изучение, обобщение, сравнение.

Результаты исследования. Наиболее сильно в результате аварии на ЧАЭС пострадала территория, находящаяся в близости от 4-го блока. От сильного ионизирующего излучения короткоживущими изотопами погибла относительно большая часть хвойного леса. Умершая хвоя была рыжего цвета, из-за чего лес был назван «рыжим», а сам лес представлял смертельную опасность для всех, кто в нем находился. После осыпания хвои с ветвей проглядывали редкие зеленые листья березы – это говорило о большей устойчивости лиственных деревьев к ионизирующему излучению. У выживших хвойных деревьев летом 1986 года наблюдалось торможение роста, некроз точек роста, рост спящих почек, выравнивание хвои, иголки ели по длине напоминали сосновые. Вместе с тем наблюдались компенсаторные реакции: значительное увеличение продолжительности жизни хвои в ответ на снижение активности и рост спящих почек в связи с отмиранием точек роста. Весь мертвый лес площадью в несколько гектар был вырублен, вывезен и навсегда залит в бетоне закопан. В оставшихся лесах предполагается замещение хвойных деревьев на лиственные [1, 6].

В результате катастрофы мелкие грызуны погибли. Исчез целый биocenоз хвойного леса, а в настоящее время там разнотравье случайной растительности. Вода так же была подвержена загрязнению, как и земля. Водная среда более подвержена распространению радиоактивности и заражению больших территорий до всемирного океана. Пруд-охладитель, который находится в 5,7 км от ЧАЭС, на правом берегу реки Припять, подвергся облучению в дозе свыше 100зиверт. В нем скопилось огромное количество продук-

тов радиоактивного деления урана. Большинство организмов, населявших пруд, погибли и покрыли дно сплошным слоем биомассы. Сумело выжить только несколько видов простейших организмов.

Впервые дни после аварии на ЧАЭС дикие животные получили 1,5 – 200 зиверт на щитовидную железу от йода – 131. Прежде всего, пострадали кабаны, волки, рыбы. Облучение многих млекопитающих вызвало рост заболеваемости, преждевременную гибель, сокращение срока жизни, снижение репродуктивности. Наблюдались и генетические последствия. Так, иногда можно увидеть необычно больших зайцев, ежей без колючек, другие уродства. Вместе с уродствами наблюдалось отсутствие потомства, при этом фиксировали некоторое увеличение численности диких кабанов, лосей, волков, отдельных видов птиц. Это вызвано тем, что со многих территорий произошло отселение людей, созданы заповедники, где пищи стало больше, а угрозы от человека стало меньше. Более устойчивым к облучению оказалось большинство птиц, для которых летальная доза при облучении тела составляет от 4,6 до 30 зиверт, в то же время дозы, которые влияют на потомство составляют 0,5–2 зиверт. Еще более устойчивыми к ионизирующему излучению оказались пресмыкающиеся, земноводные и беспозвоночные. Например, летальная доза у беспозвоночных составляет примерно 100 зиверт. Вместе с тем при дозах 100 зиверт у беспозвоночных снижается плодовитость. Выдерживают значительные дозы облучения и рыбы, но у рыб при небольших дозах появляются генетические последствия. Абсолютная и относительная плодовитость рыб значительно уменьшилась [4].

В Беларуси зона радиоактивного загрязнения охватила 25,8% лесного фонда (1,73 млн. га) и большую половину лугов и устья рек. Биологические эффекты действия ионизирующего излучения на растения зависят от поглощенной дозы излучения за счет внешнего и внутреннего облучения. Наиболее чувствительны к ионизирующему излучению деревья, менее чувствительны кусты, травянистые виды растений и еще менее чувствительны мхи и лишайники. Однако поглощают радионуклиды различные растения по-разному. Воздействие ионизирующего излучения на растения зависит от степени загрязнения и вызывает разные последствия. Например, при загрязнении 1480 гБк/км² наблюдается увеличение скорости роста хвойных деревьев, но при загрязнении 7400 гБк /км² и более прекращается их рост. При незначительном радиоактивном загрязнении наблюдается рост и некоторых лиственных деревьев. В то же время при определенных уровнях загрязнения (свыше 3700 кБк/км²) у некоторых растений наблюдается замедление роста, снижение уровня урожайности, увядание, гибель, потеря способности к размножению. Количество накопленных радионуклидов в растениях зависит и от типа почвы. Особенно много радионуклидов содержится в торфяниках, меньше – в песках и еще меньше – в супеси и суглинке. Повышенное количество радионуклидов находится у растений, растущих на переувлажнённых почвах. Исследования показали, что почти у всех растений отмечаются нарушения на клеточном уровне: разрывы цепочки хромосом, изменение ее структуры, изменение интенсивности и качества фотосинтеза, синтеза пиг-

ментов и др. Чем больше плотность загрязнения, тем больше изменения. Однако замечено, что с уменьшением плотности загрязнения процессы на молекулярном и клеточном уровне восстанавливаются. Генетические последствия радиационного загрязнения для растений оцениваются по-разному. Например, есть сведения о снижении способности семян к прорастанию, об отклонениях в процессах фотосинтеза и образования белка. Исследования свидетельствуют о продолжающемся процессе накопления радионуклидов в древесине основных лесообразующих пород деревьев за счет корневого поступления веществ в дерево. В пищевой продукции леса наиболее загрязнены грибы и ягоды, такие как: черника, клюква, земляника, брусника [3].

Заключение. Таким образом, сама растительность не стоит перед угрозой исчезновения или деградации, за исключением небольших участков территории, которая наиболее сильно была подвержена загрязнению, так как в основном растительность оказалась относительно радиоустойчивой. Вытеснение хвойных пород лиственными на незначительных территориях не внесет раздора в природную среду. Как уже отмечалось, на территории Республики Беларусь имеются участки, загрязненные плутонием-239. Так как плутоний – альфа-излучатель и имеет огромный период полураспада (24100 лет), то существует опасность внутреннего облучения диких животных в течение многих тысяч лет. Такие участки территории составляют всего 2% от общей территории республики. И все же, экологические последствия загрязнения, вызванного аварией на ЧАЭС, предсказать пока невозможно. В целом растительный и животный мир республики пострадал малосущественно, но накопление радионуклидов в растениях и организмах животных создает угрозу здоровью людям по цепям питания.

Литература. 1. Холл, Дж. *Радиация и жизнь* / Дж. Холл. - Л.: Медицина, 2014. - 256 с. 2. Сапожников, Ю. А. *Радиоактивность окружающей среды: теория и практика* / Ю. А. Сапожников, Р. А. Алиев, С. Н. Калмыков. — М. : Лаборатория знаний, 2015. — С. 289. 3. Шубик, В. М. *Жизнь с радиацией. Книга 1. Мирный атом: польза - вред: моногр.* / В.М. Шубик. - М.: СИНТЕГ, 2011. - 212 с. 4. Awhitepape UNCEAR. *Evaluation of data on thyroid cancer in regions affected by the Chernobyl accident.* — United Nations, New York, 2018. 4. *Nuclear Safety Review* // IAEA/NSR, IAEA in Austria. July 2018. — 72 p. 5. *UNSCEAR 2016 Report, Annex A, Methodology for estimating public exposures due to radioactive discharges.* — United Nation, New York, 2017. 6. *UNSCEAR 2017. Report to the General Assembly, with Scientific Annexes.* — United Nation, New York, 2018.

УДК 631.145:614.876

ЧИСТОБАЕВА В.В., студент (2 курса, ФВМ)

Научный руководитель **ЛАНЦОВ А.В.**, ст. преподаватель

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

РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ КАТАСТРОФЫ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

Введение. В ночь на 26 апреля 1986 года один из реакторов Чернобыльской атомной электростанции взорвался от давления пара. Начался пожар. Из разрушенного реактора и от разбросанных взрывом его радиоактивных обломков исходило интенсивное излучение.

Все это вызвало массовое радиоактивное заражение местности, зданий, сооружений, дорог, лесных массивов и водоемов. Было выброшено более 8 тонн топлива, содержащего плутоний и другие высокорadioактивные продукты распада, а также радиоактивный графит [2].

Неприятное впечатление оставляют опустевшие деревни с заколоченными окнами и одичавшими домашними животными, дорожные знаки, предупреждающие о радиоактивной опасности. Холодом веет от слов: зона жесточайшего контроля, зона отселения, зона отчуждения.

От Чернобыльской катастрофы пострадали не только люди - все живое на Земле почувствовало на себе смертельную силу радиации.

Сегодня источники радиоактивного и ионизирующего излучения используют практически во всех областях экономики и науки. Атомная энергетика развивается быстрыми темпами.

Ядерные материалы приходится транспортировать, хранить, перерабатывать. Это создает внеочередной риск радиоактивного загрязнения окружающей среды, животных, людей и растений.

Некоторые ученые полагают, что уже к 2060 году, когда стронций и цезий распадутся, люди смогут «находиться в Зоне без риска для здоровья». Однако при этом в Чернобыле еще долго нельзя будет заниматься сельским хозяйством, пить воду и дышать без респиратора особенно при сильном ветре [1].

Цель исследования нашей работы ознакомиться с поражающими факторами радиационных аварий.

Материалы и методы исследований. Методологию исследования составили эмпирические и теоретические общенаучные методы: изучение, сравнение, обобщение.

Результаты исследований. При ядерных взрывах и образованиях радиоактивных следов основной опасностью для населения является внешнее облучение (80-95% от общей дозы). Иначе обстоит дело при ядерных авариях, связанных с выбросом активного материала. Значительная часть продуктов деления ядерного топлива находится в виде паров и аэрозолей. Поэтому доза внешнего облучения здесь составляет - 20%, а доза внутреннего облучения - 80% [3].

Загрязнение в результате аварии на Чернобыльской АЭС происходило в ближайшей зоне 80 км в течение 4-5 дней, а в дальней зоне примерно - 15 дней. Наиболее сложная и опасная радиационная обстановка была в зоне 30-км от АЭС, в Припяти и Чернобыле. Поэтому оттуда было эвакуировано все население. Через два-три месяца после аварии источником основного внутреннего облучения был радиоактивный цезий, который может попасть в организм с продуктами питания. В организм человека могут попасть и другие радиоактивные вещества (стронций, плутоний), загрязнение окружающей среды которыми имеет ограниченные масштабы [4].

Деятельность людей на загрязненных территориях значительно затруднена из-за медленного распада радиоактивности.

Радиологическая ситуация понимается как масштаб и степень радиационного загрязнения атмосферы, влияющего на жизнедеятельность населения и работу объектов экономики.

В Республике Беларусь авария на Чернобыльской АЭС оказала значительное влияние на регион, поскольку больше всего пострадали сельскохозяйственные районы: 2,64 тыс. кв. км сельскохозяйственных угодий были выведены из оборота, 54 колхоза и совхоза были ликвидированы, 9 сельскохозяйственных перерабатывающих предприятий были закрыты. Резко сократились посевные площади и общая урожайность сельскохозяйственных культур, значительно уменьшилось поголовье скота. В загрязненной зоне оказались 132 месторождения многих видов полезных ископаемых [5].

Большие потери понесла лесная промышленность. Радиоактивному загрязнению подверглась примерно четверть лесного фонда Беларуси - 17,3 тыс. кв.км леса. В зоне загрязнения находится около 340 промышленных предприятий, условия эксплуатации которых значительно ухудшились. Ряд промышленных и социальных предприятий прекратили свою деятельность в связи с переселением населения из наиболее пострадавших районов [7].

В этих условиях практически невозможно быстро восстановить пострадавшие территории или непосредственно восстановить экономические объекты, расположенные на пострадавших территориях. Можно говорить лишь о долгосрочном восстановительном процессе, который подразумевает создание безопасных условий для жизни людей, открытие территорий, на которых можно вести деятельность без ущерба для здоровья населения, даже в условиях радиоактивного загрязнения и постепенное введение утраченного потенциала в экономическую зону [6].

Заключение. Таким образом авария на ЧАЭС стала трагедией для всей страны. Люди, которые ликвидировали последствия аварии получили увечья, стали инвалидами, многие преждевременно ушли из жизни. Природе был нанесен урон, на основе статистических данных, получаемых за долгие годы мониторинга экологического состояния на загрязненных территориях анализируются с целью недопущения развития неблагоприятных явлений в окружающей среде. Задачами международных и национальных организаций по охране окружающей среды как раз и является недопущение развития пагубных тенденций развития в природе. Нужно стараться делать так чтобы с раз-

витием научно-технического прогресса не увеличилось пагубное влияние на окружающую среду. На атомных электростанциях совершенствовалась защита на случай форс-мажорных обстоятельств, проводились профилактические мероприятия в целях недопущения просчетов в будущем. Ведь человеческие ошибки с окружающей средой обходятся очень дорого.

Литература: 1. Челноков А. А. Основы экологии: Учеб. пособие / А. А. Челноков, Л. Ф. Ющенко, И. Н. Жмыхов; под общ. ред. А. А. Челнокова. – Минск: Выш. шк., 2012. – 543с. 2. Чернобыль. Зона отчуждения. Сборник статей. Издательство «Клуб семейного досуга». Харьков. Белгород. 2011 г. 3. Дмитриев. В. М. Чернобыльская авария. Причины катастрофы. Журнал «Безопасность в техносфере», № 1, 2010 г., 38с. 4. Дятлов А.С. Чернобыль. Как это было? М.: Научтехиздат, 2003 г. 5. Губарев В. М. Звезда Чернобыль / Ю. Н. Вознесенская. – М.: Вече: Лепта Книга, 2019. – 255 с. 6. Паскевич С. А. Чернобыль. Реальный мир / С. А. Паскевич, Д. Вишневский. – М.: Эксмо, 2011. – 222 с.: ил. 7. Ильязов Р. Г. Уроки Чернобыльской катастрофы / Р. Г. Ильязов // Экология и жизнь. – 2011. - №4. – 61-64 с.

СОДЕРЖАНИЕ

БОРТНИК Д.А., КРУГЛИЦКАЯ У.Ю.	4
СТЕРИЛИЗАЦИЯ ХИРУРГИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ РАДИАЦИЕЙ	
БУНЬ Т.А.	6
БОР-НЕЙТРОНОЗАХВАТНАЯ ТЕРАПИЯ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ПОДХОД В ЛЕЧЕНИИ ОНКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ	
ВОЕВODOVA О.Ф., МОРОЗОВА А.О.	8
АНАЛИЗ МОЩНОСТИ ДОЗЫ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ	
ГОЛЯКОВА Д.С.	12
ВЕДЕНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ	
ДАРАСЕВИЧ А.С.	14
РАДИАЦИОННАЯ ПОЛИТИКА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ	
ДЕМИДЕНКО Е.О.	17
ЭФФЕКТЫ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ В РЕПРОДУКТИВНОЙ СИСТЕМЕ	
ДУДАРЕВА Е.Ю.	20
ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ	
ДУДАРЕВА Е.Ю.	23
ТЕРАТОГЕННОЕ И МУТАГЕННОЕ ДЕЙСТВИЕ РАДИАЦИИ НА ОРГАНИЗМ ЖИВОТНЫХ	
ДЯТКО А.А., БЕРНСТ О.Д.	26
СРАВНЕНИЕ АВАРИЙ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС И АЭС ФУКУСИМА	
ЖДАНОВА Н.А.	28
СЦИНТИГРАФИЯ КАК МЕТОД РАДИОНУКЛИДНОЙ ДИАГНОСТИКИ	
ЗЕЛЕНЯ А. Н.	30
СОРБЦИОННЫЙ МЕТОД СНИЖЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В МОЛОКЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИОНООБМЕННЫХ СМОЛ	
ЗЕЛЕНЯК У.Д., ВОЛОДЧЕНКО О.А.	32
АВАРИИ НА АЭС И ДРУГИХ ЯДЕРНЫХ ОБЪЕКТАХ. ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ	
КАРПЕНКО В.А., ДУДАРЕВА Е.Ю.	34
АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТАТИСТИКИ МОЩНОСТИ ДОЗЫ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ	

КИРЧЕНКО К.И.	37
ПОЗИТРОННО-ЭМИССИОННАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ	
КОВАЛЕВСКАЯ Л.М.	40
ИСТОРИЯ И СТАТИСТИКА ЯДЕРНЫХ ИСПЫТАНИЙ НА ЗЕМЛЕ	
КРАСНЕВСКАЯ Я.В., СЕЛЮКОВА А.В.	43
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФАКТОРА СТИМУЛИРОВАНИЯ КОЛОНИЙ	
ГРАНУЛОЦИТОВ-МАКРОФАГОВ В ЛАТЕНТНЫЙ ПЕРИОД	
ЛУЧЕВОЙ БОЛЕЗНИ	
КУЗЬМИЧ У.С.	45
РАДИОРЕЗИСТЕНТНОСТЬ БАКТЕРИЙ DEINOCOCCUS	
RADIODURANS	
ЛАБУН Е.В.	48
РАДИОНУКЛИДНАЯ ДИАГНОСТИКА. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ	
ЛАГУШКО В.В., СТРЕЛЕНКО П.А.	51
ЯВЛЕНИЕ РАДИОАКТИВНОСТИ И ПОСЛЕДСТВИЯ ЕГО	
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ	
МАВРИЧЕВА Д.А., МИРОНОВИЧ Я.А.	54
ФОТОДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕРАПИЯ: ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И	
МЕХАНИЗМЫ ДЕЙСТВИЯ	
МАЩИЦ Я.В., БАЗЫЛЕВА М.А.	57
РЕНТГЕНОВСКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В КЛИНИЧЕ-	
СКОЙ ВЕТЕРИНАРИИ	
МАКСИМУК Д.В.	59
РЕПРОДУКТИВНАЯ СИСТЕМА В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕК-	
ТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ	
РАЧИЦКАЯ Е.В.	62
ДЕЙСТВИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЭМБРИОН И ПЛОД	
САВЕНКО Н.А.	65
МЕРОПРИЯТИЯ, ОГРАНИЧИВАЮЩИЕ ВСАСЫВАНИЕ РАДИО-	
НУКЛИДОВ В ОРГАНИЗМ И ПИТАНИЕ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ	
РАЙОНОВ С ПОВЫШЕННОЙ РАДИАЦИЕЙ	
САЗАНОВИЧ М.А., ЩЕРБОВИЧ С.М.	68
РАДИАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА	
САИДКУЛОВ М.М.	69
ПЕРЕРАБОТКА ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНЫХ В ЗОНАХ РАДИОАК-	
ТИВНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ	
ТЕРЕЩЕНКО В.А., МАРАЕВА К.С.	72
МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ АДАПТОГЕНОВ	

ТЕРЕЩЕНКО В.А.	75
ПАТОЛОГОАНАТОМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ У ЖИВОТНЫХ ПРИ ОСТРОЙ И ХРОНИЧЕСКОЙ ЛУЧЕВОЙ БОЛЕЗНИ	
ТЕРЕЩЕНКО В.А.	78
ИММУНОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ОРГАНИЗМЕ ПТИЦ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ	
ФЁДОРОВА Д.С.	80
ЛУЧЕВАЯ ТЕРАПИЯ В ВЕТЕРИНАРИИ	
ФЕЛИВ С.В.	83
МИГРАЦИЯ РАДИОНУКЛИДОВ ВО ВНЕШНЕЙ СРЕДЕ	
ФЕЛИВ С.В.	85
РАДИАЦИОННАЯ ОБРАБОТКА СЫРОГО МОЛОКА	
ФРИДРИХ К.А.	87
АДАПТАЦИЯ БИОЦЕНОЗОВ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОЙ РАДИАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ	
ЧИСТОБАЕВА В.В.	91
РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ КАТАСТРОФЫ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС	

ISBN 978-985-591-178-5



9

789855

911785