

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

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

Современные проблемы радиологии

МАТЕРИАЛЫ

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

г. Витебск, 5 мая 2022 г.

Текстовое электронное издание сетевого распространения

ISBN 978-985-591-152-5

**© УО «Витебская ордена «Знак Почета»
государственная академия ветеринарной
медицины», 2022**

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

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

Современные проблемы радиологии

МАТЕРИАЛЫ

**Республиканской научно–практической
конференции студентов, магистрантов и молодых ученых**

(г. Витебск, 5 мая 2022 г.)

Витебск
ВГАВМ
2022

УДК 614.876
ББК 31.4

ОРГКОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ:

Гавриченко Н.И. – ректор УО ВГАВМ (председатель, главный редактор);

Белко А.А. – проректор по научной работе (зам. главного редактора);

Журба В.А. – проректор по учебной работе;

Юшковский Е.А. – декан факультета ветеринарной медицины;

Вишневец А.В. – декан биотехнологического факультета;

Дремач Г.Э. – начальник научного отдела;

Братушкина Е.Л. – 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 Республиканской научно-практической конференции студентов, магистрантов и молодых ученых, Витебск, 5 мая 2022 г. / УО ВГАВМ; редкол. : Н. И. Гавриченко (гл. ред.) [и др.]. — Витебск : ВГАВМ, 2022. — Режим доступа : <http://www.vsavm.by>. Свободный. — Загл. с экрана. — Яз. рус.

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

**УДК 614.876
ББК 31.4**

ISBN 978-985-591-152-5

© УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», 2022

Научное электронное издание

Современные проблемы радиологии

МАТЕРИАЛЫ

**Республиканской научно-практической конференции
студентов, магистрантов и молодых ученых
(г. Витебск, 5 мая 2022 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 Е. Л. Братушкина
Технический редактор
и компьютерная верстка О. В. Луговая
Все материалы публикуются в авторской редакции.

Дата размещения на сайте 30.06.2022 г.
Объем издания 1409 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>

УДК 614.876

ВЕРЕМЕЕНКО А.В., 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

АВАРИЯ НА АЭС ТРИ-МАЙЛ-АЙЛЕНД

Введение. 27 июня 1954 года была пущена в действие первая в мире атомная электростанция в г. Обнинске. В 1956 году была построена атомная электростанция в Колдер Холле (Великобритания).

За более чем 70 летний период эксплуатации ядерных реакторов в мире произошло несколько наиболее крупных аварий на АЭС: Уиндскейл (Великобритания, 1957), Три-Майл-Айленд (США, 1979), Сант-Лаурент (Франция, 1980), Чернобыль (СССР, 1986), Фукусима (Япония, 2011).

Атомная электростанция Три-Майл-Айленд была построена в 1974 году на реке Саскуэханна в 16 км к югу от Гаррисберга, столицы штата Пенсильвания. Это был один из проектов, призванных обеспечить Соединенные Штаты доступной энергией, на фоне разразившегося в начале 1970-х мирового нефтяного кризиса.

28 марта 1979 года на втором энергоблоке АЭС, введенном в строй годом ранее, произошла утечка теплоносителя первого контура ядерной установки. Персонал станции не заметил этого вовремя, и ядерное топливо стало опасно перегреваться. Пока процесс не удалось остановить, расплавилось до 50% активной зоны реактора. Данная авария стала крупнейшей в истории США, ей был присвоен уровень 5 по шкале INES.

Материалы и методы исследований. Материалом для исследований послужили научные работы ученых по данной аварии. Методологию исследования составили эмпирические и теоретические общенаучные методы, в том числе изучение, анализ, обобщение.

Результаты исследований. В ходе анализа при исследовании причин аварии большинство ученых пришли к заключению, что главной причиной ее послужила проблема с клапаном. Энергоблок №2 в ночь с 27 на 28 марта 1979 года работал в штатном режиме. На тот момент имелись сразу две проблемы, которые, как считают эксперты, запустили целую цепочку событий, приведших к аварии. Затвор одного из клапанов компенсатора давления протекал. Также был закупорен трубопровод выгрузки теплоносителя из второго контура реактора. Персонал был осведомлен об этих неполадках, но корректно среагировать на опасность не сумел.

Накануне аварии рабочие 11 часов пытались продуть этот затвор смесью из воды и сжатого воздуха. Предполагается, что в ходе прочистки был поврежден клапан. Это привело к тому, что в 4 часа утра 28 марта сработали пневмоприводы, соединенные с системой подачи воздуха. Они полностью перекрыли поток теплоносителя во второй контур реактора.

Температура и давление в первом контуре реактора из-за плохого охлаждения начали резко расти. Конструкция предусматривала подобную нештатную ситуацию, поэтому сработала аварийная система. Регулирующие стержни опустились в активную зону и заглушили ее, также дополнительные насосы начали подачу воды во второй контур, чтобы продолжить теплообмен. Однако вода не циркулировала, так как ремонтники забыли открыть задвижки, закрытые пневмоприводом. Операторы этого не увидели, потому что датчики были попросту закрыты предупреждающими табличками рабочих. А дальше последовала цепная реакция. Вода в первом контуре из-за повышенной температуры начала кипеть еще сильнее, из-за чего росло давление. Для этого на станции был предусмотрен компенсатор в форме бака, который собирал излишки воды. Когда ситуация нормализовалась, должен был закрыться электромагнитный затвор. Но он не сработал. Это привело к переполнению бака, который в результате лопнул. Радиоактивная вода и пар начали поступать в гермооболочку (помещение), где располагался реактор. Не спасла ситуацию и система аварийной подачи теплоносителя в активную зону, он также выливался наружу. Через 8 минут после аварии операторы поняли, что задвижки закрыты. Это ситуацию уже не спасло, так как вся вода попадала в помещение. В итоге пар полностью вытеснил жидкость из первого контура, это создало иллюзию переполненности системы водой. Работники станции отключили один из аварийных насосов, что только усугубило ситуацию. О течи они пока даже не подозревали.

К 6 часам утра активная зона реактора начала плавиться из-за нагрева до 2 тысяч градусов Цельсия, так как вся вода выкипела. Из-за реакции начал выделяться водород. Прибывшие утром инженеры обнаружили течь и устранили ее. При этом только к вечеру операторы сумели восстановить работу первого контура реактора. Около 20 тонн расплавленного урана все же вырвалось из активной зоны реактора, однако основная оболочка расплавлена не была благодаря успешному восстановлению системы аварийного охлаждения. Всю следующую неделю до 4 апреля сотрудники станции занимались удалением образовавшегося водородного пузыря в гермооболочке. Только после этого полный контроль над ситуацией был установлен. В противном случае взрыв мог унести жизни десятков тысяч людей.

Если бы процесс продолжился, образовавшаяся лава, содержащая около 50 тонн урана, полностью расплавила бы дно корпуса реактора и бетонное основание гермооболочки. После этого радиоактивная масса могла оказаться в земле и грунтовых водах, заразив почти весь регион. Значительную часть опасных веществ удалось сдержать благодаря герметичному защитному сооружению, однако через вентиляцию некоторая доля все же попала в атмосферу.

Утром после аварии информация просочилась в СМИ, и штат охватила паника. Около 195 тысяч человек добровольно покинули 32-километровую зону вокруг АЭС. Комиссия по ядерному регулированию завершила, что значимого количества радиации за пределами АЭС зафиксировано

не было, а доза, полученная местными жителями, сравнима с одним сеансом рентгена. Тем не менее, люди были напуганы и решили не рисковать.

В общей сложности свои дома покинуло около 40% людей, которые жили в радиусе 15 миль от станции. Целые районы превратились в безжизненные города-призраки. В свои дома они вернулись лишь через три недели. Власти же, хоть и ввели чрезвычайное положение, изначально решили, что необходимости эвакуировать население нет, хотя такой сценарий предусматривался в первые дни, когда существовал риск взрыва водорода. Причиной аварии назвали отказ оборудования и усугубившие ситуацию действия операторов. С тех пор первый энергоблок не работал и находился под постоянным наблюдением. Только на его очистку потребовалось около 14 лет, что обошлось в один миллиард долларов.

По официальным данным, жертв аварии не зафиксировано, однако катастрофа стала для США поводом приостановить в стране развитие атомной энергетики. Во многом на это повлияли массовые выступления. В мае антиядерный митинг в Вашингтоне собрал 65 тысяч человек. Еще около двухсот тысяч вышло на улицы Нью-Йорка. На фоне всех этих событий власти США вынуждены были отказаться от всех проектов строительства АЭС после 1979 года. Комиссия по ядерному регулированию, которая ранее выдавала лицензии на возведения, полностью сконцентрировалась на надзоре за работой уже существующих станций.

На 2002 год в мире на АЭС имелось 437 действующих и строилось 38 энергоблоков. В США соответственно – 109 и 1.

Заключение. Авария на АЭС Три-Майл-Айленд хоть и не стала такой масштабной катастрофой как взрыв на ЧАЭС, но послужила важным уроком для Америки. И показала что «мирный атом» остается мирным только в случае технологически правильного его использования. Также авария породила массовое антиядерное движение, целью которого было уменьшение строительства АЭС и соблюдение норм и правил безопасности при их постройке. И эта реакция общества принесла весомые плоды, ведь после случая в Пенсильвании, подобных происшествий на территории Америки не было.

Литература: 1. Рассел, Джесси Авария на АЭС Три-Майл-Айленд / Джесси Рассел. - М.: Книга по Требованию, 2012. - 715 с.2. Википедия свободная энциклопедия [Электронный ресурс] [wikipedia.org/wiki/Авария на АЭС Три-Майл-Айленд](http://wikipedia.org/wiki/Авария_на_АЭС_Три-Майл-Айленд). Расследование и выводы.

УДК 612.82 : 577.3

ВЛАСЮК М.А., студент 4 курс, ФВМ

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

ДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДИАПАЗОНА МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ НА ОРГАНИЗМ ЖИВОТНЫХ И ЧЕЛОВЕКА

Введение. Электромагнитное излучение (ЭМИ), мобильной связи постоянно влияют на человека. Механизмы, обуславливающие это воздействие, к настоящему времени не ясны. Считается, что взаимодействие между ЭМИ и живым организмом зависит от дозы и характеристик ЭМИ.

Мобильный телефон (МТ), как источник ЭМИ, имеет следующие особенности: облучение происходит на максимальном приближении, действие ЭМИ распространяется на окружающих людей, частота и продолжительность электромагнитного воздействия контролируется пользователем.

Материалы и методы. Материалом исследования послужили научные работы зарубежных и отечественных исследователей. Основные методы: теоретический анализ научных источников по исследуемой проблеме, сравнение, обобщение и интерпретация представленных результатов.

Результаты и их обсуждение. Мобильные телефоны и базовые станции (БС) являясь источниками высокочастотного и сверхвысокочастотного излучения, непосредственно воздействуя на состояние здоровья.

Во многих странах ведутся исследования воздействия ЭМИ на биологические объекты. В их число входит как изучение клеточных культур и тканей (*invitro*), так и лабораторных животных (*invivo*), а также людей (добровольцев). В этих исследованиях внимание уделяется изменениям в центральной нервной системе (ЦНС), которые связывают с отклонениями в когнитивной функции. Кроме этого, изучается наличие взаимосвязи между использованием МТ и развитием канцерогенеза, воздействием на репродуктивную функцию и развитие, на сердечно-сосудистую систему и весь организм. Результаты этих исследований часто указывают на обратимые биологические и физиологические эффекты, которые необязательно приводят к развитию патологии. Принято считать, что ЭМИ относится к тем факторам, для определения степени влияния которых необходим длительный период времени [1-3].

Имеются научные публикации, указывающие на повышение температуры кожи и барабанной перепонки во время использования мобильного телефона. В ряде исследований отмечена проблема влияния ЭМИ на ДНК клетки головного мозга. В экспериментах на крысах показано, что при локальном и кратковременном облучении мозга ЭМИ, изменяется функция нейрорецепторов и реакция глиальных клеток [3, 4]. Имеющиеся результаты указывают на то, что изменение пролиферации клеток зависит не только от температуры, но и специфически связаны с ЭМИ, среди которых, окислительный стресс является основным [5-7].

Установлено достоверное увеличение времени реакции человека при продолжительном воздействии сигнала сотового телефона. Однако имеются работы, в которых не было зафиксировано достоверных изменений [2,8,9].

Исследования познавательной активности животных при действии сотовых телефонов настолько противоречивы, что не позволяют сделать однозначный вывод.

В работах Верещако Г.Г. и соавторов (2013-2015), выполненных в Институте радиобиологии НАН Беларуси на лабораторных животных установлено, что облучение крыс ЭМИ (900 МГц) в течение двух недель вызывает у них падение массы тела (-18,3%), повышение числа лейкоцитов (+19,8%), лимфоцитов (+25,6%), тромбоцитов (+67,1%), уменьшение числа моноцитов (-23,0%), эритроцитов и содержания гемоглобина в крови. Экспозиция ЭМИ (900 МГц) животных приводила к повышению активности аланин- и аспаратаминотрансфераз и ЩФ в сыворотке крови. Использование витаминов С и Е способствовало нормализации изучаемых показателей в крови облученных животных.

Чувствительность некоторых гематологических показателей к электромагнитному облучению в диапазоне сотовой связи отражена и в работах других исследователей. Изменения показателей крови происходили при действии как кратковременного, так и длительного воздействия ЭМИ сотового диапазона.

Установлено, что продолжительность разговора по сотовому телефону отрицательно коррелировала с количеством подвижных форм сперматозоидов [4, 10].

Ограниченные возможности исследований по оценке влияния ЭМИ диапазона мобильной связи на репродуктивную систему мужчин привела к проведению опытов, на лабораторных животных, которые свидетельствуют о снижении репродуктивного потенциала крыс-самцов под влиянием длительного электромагнитного облучения в диапазоне (900 МГц).

Исследований по вопросу воздействия радиочастот диапазона мобильной связи на женскую половую систему чрезвычайно мало. Считается, что использование сотового телефона беременными женщинами может быть фактором риска абортов на ранних стадиях развития, а также вызвать уменьшение фонда половых клеток [1, 3, 8, 10].

Заключение. Результаты экспериментальных исследований свидетельствуют о высокой биологической активности электромагнитного излучения в диапазоне мобильной связи. Однако, анализ имеющихся в научной литературе данных показывает, что еще нет достаточно данных, для обоснованного вывода о степени опасности мобильной связи для здоровья человека и животных. Основная проблема в отсутствии данных по отдаленным эффектам связана с тем, что прошло мало времени с момента широкого использования сотовой связи. Отсутствие достаточных данных вынуждает руководствоваться принципом предосторожности, предусматривая ограничение уровня воздействия ЭМИ, а также предоставлять населению актуальную информацию для возможности выбора поведения в использовании сотовой связи.

Литература.1. Колешко, В.М. Мобильные телефоны, смартфоны и старение организма / В.М. Колешко, Е.А. Воробьев, Н.А. Хмурович.– Минск: БНТУ,2011.– 315с. 2. Шибкова, Д.З. Эффекты воздействия электромагнитных излучений на разных уровнях организации биологических систем / Д.З. Шибкова, А.В. Овчинникова // Успехи современного естествознания. Физико-химическая биология. – 2015. –N 5.–С.156-159.3. Wdowiak A. Effect of electromagnetic waves on human reproduction. Annals of Agricultural and Environmental Medicine/ A. Wdowiak, P.A. Mazurek, A.Wdowiak, I. Bojar// Ann Agric Environ Med. – 2017. –N 24(1). – P. 13-18. 4 Hardell, L. Case-control study on cellular and cordless telephones and the risk for acoustic neuroma or meningioma in patients diagnosed 2000-2003 / L. Hardell, M. Carlberg, Mild K. Hansson // Neuroepidemiology. – 2005. – N 25(3). – P.120-129. 5. Kesari, K.K. 900-MHz microwave radiation promotes oxidation in rat brain / K.K. Kesari, S. Kumar, J. Behari // Electromagnetic Biology and Medicine. – 2011. – N 30(4). – P. 219-234. 6. Leszczynski, D. Non-thermal activation of the hsp27/p38MAPK stress pathway by mobile phone radiation in human endothelial cells: molecular mechanism for cancer- and blood-brain barrier-related effects / D. Leszczynski, S. Joenväärä, J. Reivinen, R. Kuokka // Differentiation. – 2002. – N 70(2-3). – P. 120-130. 7. Leszczynski, D. Mobile phone radiation and gene expression / D. Leszczynski // Radiat Res. – 2007. – N 167(1). –P.121-124. 8. Наумов, А.Д. Влияние электромагнитных излучений на репродуктивную функцию// Охрана материнства и детства. – 2019. – №2 (34). – С. 58-61. 9. Mausset-Bonnefont, F.L.Acute exposure to GSM 900-MHz electromagnetic fields induces glial reactivity and biochemical modifications in the rat brain // A.L. Mausset-Bonnefont, H. Hirbec, X. Bonnefont, A. Privat, J. Vignon, R. de Seze // Neurobiology. – 2004. – N 17(1). -- P. 445-454. 10. Верещако, Г.Г. Влияние электромагнитного излучения мобильных телефонов на состояние мужской репродуктивной системы и потомство / Г.Г. Верещако. – Минск :Беларуская навука, 2015. – 190 с.

УДК 94(47).084.8

ГАПОНЁНОК В.О., студент 3 курса, ФВМ

Научный руководитель **Братушкина Е.Л.**, канд. вет. наук, доцент.

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

ПУТЕШЕСТВИЕ В ЗОНУ ОТЧУЖДЕНИЯ

Введение. Чернобыль – город Иванковского района Киевской области Украины. Расположен на реке Припять, недалеко от её впадения в Киевское водохранилище. Печально известен из-за аварии на Чернобыльской АЭС, до которой в городе проживало около 13 тысячи человек. Трагическая весна 1986-го ворвалась в обычную, размеренную жизнь людей, проживающих в

Чернобыле. Мирная украинская ночь. Но именно в эту ночь отсчёт времени стал далеко не мирным, а боевым и аварийным [1,2].

Материалы и методы исследований. Исследования проводились в рамках логического анализа на основе литературы. Методологию исследования составили эмпирические и теоретические общенаучные методы, в том числе изучение, анализ, обобщение.

Результаты исследования. В ночь на 26 апреля в здании четвертого энергоблока ЧАЭС проводили эксперимент – изучали режим турбогенератора, в ходе чего реактор вышел из под контроля. Цепная реакция стала неконтролируемой, попытки вручную погасить и остановить её результата не дали. Реактор, как говорят специалисты, пошёл в разгон, и в 1.24 прозвучали два мощных взрыва, которые полностью разрушили реактор. Для того, чтобы представить, какой силы был выброс энергии, стоит сказать, что плиту, покрывавшую энергоблок, отбросило, а она весила порядка 1000 тонн. От подобного взрыва загорелась графическая оболочка самого реактора и все радиоактивные продукты, содержащиеся в нем, выбросило в атмосферу.

При обрушении энергоблока погибли два человека — оператор главных циркуляционных насосов Валерий Ходемчук (тело не найдено, завалено под обломками двух 130-тонных барабан-сепараторов) и сотрудник пусконаладочного предприятия Владимир Шашенок (умер от перелома позвоночника и многочисленных ожогов в 6:00 в Припятской МСЧ № 126 26 апреля). В различных помещениях и на крыше начался пожар.

Сообщение об аварии на четвёртом блоке Чернобыльской АЭС первыми приняли отделения пожарных частей по охране АЭС, предупредившие распространение пожара в сторону 3-го энергоблока. Дежурный караул, который возглавлял лейтенант Владимир Павлович Правик, уже через несколько минут прибыл на место происшествия. На крыше машинного зала и аппаратного отделения бушевало пламя, а внизу светился открытый реактор. Из Припяти на помощь выехал караул 6-й городской пожарной части, который возглавлял лейтенант Виктор Николаевич Кибенок. Руководство тушением пожара принял на себя майор Телятников Леонид Петрович [2].

Около часа в условиях сильного ионизирующего излучения, в токсической задымленной атмосфере на высоте от 12 до 70 метров, при постоянной угрозе обрушения конструкций продолжался поединок людей с огнём. От едкого дыма, высокой температуры, боли, а также от самого опасного врага – радиации люди теряли силы, им было тяжело держаться на ногах. Люди тушили пожар, не имея представления о высочайшем уровне загрязнения. Дело в том, что на приборы учета радиационного фона взглянуть не получалось: один был неисправным, второй остался вне зоны досягаемости, под завалами. Именно поэтому реальных последствий взрыва на тот момент никто даже не мог представить. К пяти часам утра пожар на станции был локализован, в 6.35 26 апреля – полностью ликвидирован. По самым скромным оценкам, в ликвидации катастрофы приняли участие не менее 90.000 человек, а в ликви-

дации последствий аварии на ЧАЭС, принимало участие более 650.000 человек со всего СССР

Зона отчуждения. Слово «зона» вошло в наш лексикон 30 лет назад, оно стало таким же привычным, как «лес», «река», «гора». Чернобыль сегодня представляет собой «фантомную» зону, «зону отчуждения». Нет ничего страшнее, чем видеть нежилые дома, пустые храмы, замершую жизнь...

Чернобыль – нынешняя столица Зоны, Административный центр по управлению Зоной Отчуждения, расположен на реке Припять в 18 км от ЧАЭС и в 83 км от Киева. Многие думают, что попасть в Чернобыльскую зону можно каждому. Но это мнение ошибочное. Это закрытая территория, въезд на которую разрешен только лишь по предварительной подаче заявок и их утверждения у начальника МВС.

Существует три контролируемых зоны, на территорию которых никого не впускают: особая зона (непосредственно промплощадка ЧАЭС), 10-километровая, 30-километровая (Чернобыль находится в 15 км от ЧАЭС). Здесь развернуты контрольно-пропускные пункты. Также в городе находятся предприятия, которые поддерживают город в экологически-безопасном состоянии и контролируют радиационное состояние в 30-километровой зоны отчуждения.

На данный момент в городе проживают вахтовым методом различные работники Зоны Отчуждения: работники ЧАЭС, лесники, милиционеры, дозиметристы, ликвидаторы последствий аварии, охранники и другие. В общей сложности одновременно в Чернобыле проживает около 4000 человек. Они работают по полмесяца. Такой график считается не опасным для здоровья. Каждый работник носит с собой индивидуальный дозиметр. В городе есть отель, общежития, кафе, 3 столовых, одна из них под названием «Припять»

Спустя 30 лет в Чернобыль стали возвращаться люди. Их называют «самосёлами». Все они живут за чертой самой опасной, самой загрязненной 10-километровой зоны и их количество уже более 500 человек. Если говорить о том, какой Чернобыль сейчас, то скорее всего, – потихоньку оживающий. Если есть люди, значит, будет и жизнь, авторитетно заявляют «самосёлы» [3,4].

Экологическая ситуация в городе близка к нормальной. Город неоднократно подвергался дезактивации и на данный момент в нём естественный радиационный фон (уровень радиации в зоне был опасным для жизни лишь в первые два года, а за десять лет он снизился в 10000 раз.

Две основных особенности Чернобыля это то, что вы не встретите здесь детей и все коммуникации проложены над землей, так как прокладывать их в зараженной почве было бы опасно. Сама Чернобыльская АЭС в наше время тоже не забыта. Там работают так называемые ликвидаторы, которые занимаются утилизацией отработанного ядерного топлива.

Сейчас разрабатывается проект, в котором говорится о том, что «зону отчуждения» нужно превратить в международный центр экологического ту-

ризма. Теперь проводятся официальные экскурсии в Чернобыль (не чаще одного раза в неделю).

Не смотря на всё это, ни в коем случае нельзя забывать о тех страшных событиях, произошедших в апреле 1986 года, а более того о последствиях, ведь они уже коснулись и пагубно повлияли на несколько поколений человечества.

Вывод. Ещё 30 лет назад Чернобыль был обычном городом Украины. 26 апреля 1986 года о нём узнал весь мир. А причиной этому была, «катастрофа вселенского масштаба», произошедшая на Чернобыльской атомной электростанции. Радиационное облако, которое выбросил в мирное ночное небо охваченный огнем и полуразрушенный 4 реактор, накрыло не только Украину, Беларусь и часть России, его следы были обнаружены даже в Бразилии. До сих пор неизвестны все подробности и причины этого мощнейшего взрыва, а его последствия досконально не изучены и будут преследовать всех ныне живущих и на многие поколения будущего. 14 декабря 2006 года рядом с Храмом-часовней святых Бога отца Иоакима и Анны состоялась церемония открытия памятного знака участникам ликвидации аварии на ЧАЭС. Это знак безграничной благодарности тем, кто, рискуя собственным здоровьем, закрыл нас от непоправимой беды.

Литература: 1. *Википедия свободная энциклопедия* <https://ru.wikipedia.org/wiki/Чернобыль>. 2. *Международный портал* <https://www.pravmir.ru/38-kadrov-v-pamyat-o-chernobylskoj-katastrofe>. 3. *Российский портал Яндекс-Дзен* <https://zen.yandex.ru/media/id/5ec000bb7f5192548fb26d8f/chernobyl-kak-eto-ylo-hronika-tragedii-35-let-nazad-tuda-ije-tojno-ezdit-607bb0fd90024f5c10098630>. 4. *Новостной портал - Путешествие в Зону Отчуждения - Туризм и Отдых - 6 октября - 43480779949 - Медианлатформа МирТесен (mirtesen.ru)*

УДК 614.31: 634.7734.

ГУЗЕВ И.С., АШАРЧУК Д.А., студенты 3 курса ССПВО ФВМ
Научный руководитель **Клименков К.П.**, канд. вет. наук, доцент
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия
ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

БАНАНЫ И РАДИАЦИЯ

Введение. Радиоактивный человек живет в радиоактивном мире. Избежать действия радиоактивного фона на организм невозможно. Компонентами его являются природный, технологически измененный и искусственный радиационный фон. Внутреннее облучение организма млекопитающих во многом обусловлено естественным радионуклидом калием-40 и искусственным цезием-137. Основной их путь поступления в организм животных через кормовые и в организм человека через пищевые цепочки.

В последние годы важную роль в полноценном питании человека занимают бананы, с учетом их доступности. Они содержат множество необходимых организму питательных веществ, включая химический элемент калий. Его содержание в теле среднего человека (масса тела 70 кг) может составлять 140 г. Считается, что 100 граммов банана содержат: 1,32 грамма белка; 0,58 грамма жира; 19,3 грамма углеводов; 0,82 мг пищевых волокон; 9,3 мг кальция; 8,5 мг фосфора, 0,55 мг железа, а также каротин, витамины В6, В20, ниацин.

Радиоактивность бананов обусловлена высоким содержанием радиоактивного изотопа калия. Природный калий состоит из трех изотопов: калий-39 (93,26 %), калий-40 (0,0119 %), калий-41 (6,73 %). Радиоактивный изотоп калий-40, дает до 4-5 тысяч распадов ядер в теле человека ежесекундно и является бета и гамма-излучателем.

В тоже время бананы могут содержать не только радиоактивный калий, но и другие радионуклиды.

Материалы и методы исследований. Нами изучено и проанализировано наличие в бананах радионуклидов калия-40 и цезия-137. В марте 2022 года на кафедре радиологии и биофизики УО ВГАВМ проверено 2 пробы бананов (по 3 банана в пробе) из Республики Эквадор, приобретенных в торговой сети с разбежкой в 22 дня. Исследования проб проведены инструментальным экспресс-методом на приборе РКГ-АТ 1320 в соответствии с действующей методикой, позволяющей измерять активность радионуклидов цезия-137 в воде, продуктах питания, сельскохозяйственном сырье, а также активность естественного радионуклида калия-40. Бананы исследовались в кожуре, и отдельно исследовалась их мякоть и кожура.

Результаты исследований. В первой пробе бананов в кожуре активность цезия-137 по результатам измерения на приборе составила $71,29 \pm 23,47$ Бк/кг, в мякоти $101,58 \pm 14,9$ Бк/кг и в кожуре $174,6 \pm 56,34$ Бк/кг; калия-40 соответственно $1349 \pm 368,1$ Бк/кг, < 1551 Бк/кг и $2821 \pm 816,7$ Бк/кг. Во второй пробе бананов активность цезия составила $77,93 \pm 30,42$ Бк/кг, в мякоти $177,3 \pm 54,68$ Бк/кг и в кожуре $210,5 \pm 65$ Бк/кг; калия-40 соответственно $1776 \pm 501,6$ Бк/кг, $2865 \pm 804,0$ Бк/кг и 3311 ± 927 Бк/кг. Полученные данные измерения активностей можно считать ориентировочными, но они в целом позволяют судить о содержании в бананах цезия-137 и калия-40. Прослеживается неравномерность накопления данных радионуклидов. Больше их количество по активности содержит кожура.

Заключение. В своем составе бананы содержат некоторое количество радионуклидов цезия-137 и калия-40. Но с учетом величины уровня их использования в рационе питания (количество съедаемых бананов) можно считать, что в организм поступает небольшое количество радионуклидов, которое не нанесет вреда. Учитывая общую полезность бананов для организма, отказываться в питании от них не следует.

Литература: 1. Методы измерения активности радионуклидов : учебно-методическое пособие для студентов по специальности 1-74 03 02 «Ветеринарная медицина» / Е.Л. Братушкина [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2015. – 32с. 2. Булдаков, Л.А. Радиоактивное излучение и здоровье / Л. А. Булдаков, В. С. Калистратова. –М.: Информ-Атом, 2003. –165 с.

УДК 617-7

ДИКУН В. В., студентка 4 курса, ФВМ

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

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

РАДИОХИРУРГИЯ: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ

Введение. Радиохirurgия – один из современных методов лечения, в основе которого лежит прицельное подведение высокой дозы ионизирующего излучения на участок паталогического процесса. Ключевым отличием является разовая доза радиации, доставляемая в организм. При этом доза радиации настолько высока, что опухоль сразу после воздействия радиации перестает существовать с биологической точки зрения, так как она превращается в массив клеток, подлежащих «утилизации» естественными процессами в организме. При радиохирургии облучается не весь организм, а создается высокая доза облучения сложной формы, повторяющей форму опухоли. Достигается это за счет сложения доз в точках пересечения отдельных пучков радиации, направленных по особой траектории. Радиохирургия является перспективной методикой, так как ее основное применение – лечение злокачественных и доброкачественных опухолевых процессов.

Материалы и методы исследования. В данной работе проведен обзор литературных данных по истории развития и современных методах радиохирургии. Методологию исследования составили эмпирические и теоретические общенаучные методы: контент-анализ, изучение, обобщение, синтез, сравнение.

Результаты исследований. История радиохирургии напрямую связана с понятием стереотаксиса, который представляет собой способ определения местоположения образований в головном мозге с использованием трехмерной системы отсчета – стереотаксической рамки. Впервые идея подобного способа навигации возникла у американского инженера, физиолога и хирурга Роберта Кларка в 1895 году. Само оригинальное устройство было сконструировано в 1905 году и впервые применено на практике в 1906 году. Первое успешное применение стереотаксической навигации в нейрохирургии у человека было проведено только спустя 40 лет в 1947 году. Первоначально стереотаксическая навигация использовалась для лечения психических расстройств и лечения невралгии тройничного нерва.

В 1949 году шведский нейрохирург Ларс Лекселл разработал новое устройство, которое использовало не декартовую систему, а основывалось на применении трех полярных координат (угол, глубина, передне-заднее расположение), что значительно облегчало его использование [3]. В 1951 году Л. Лекселл применил свою рамку с использованием тормозного рентгеновского излучения. Сама концепция пересечения тонких пучков заряженных частиц для повреждения функций интракраниальных структур принадлежит Джону Лоуренсу и Корнелиусу Тобиасу [4].

В декабре 1967 года в больнице Софиахеммет в Стокгольме был установлен первый Гамма нож. Он состоял из 169 источников кобальта-60. На протяжении следующих 20 лет накапливался опыт, и развитие радиохирургии шло очень медленно. Бурное развитие радиохирургии началось в конце 80-х годов и продолжается до сих пор.

Гамма нож, будучи первым аппаратом доказавшим эффективность в широкой клинической практике, и сегодня не утратил своей важности в лечении опухолей головы, ряда функциональных нарушений и сосудистых патологий. Стереотаксическая рама задает систему координат, относительно которой позиционируется положение опухоли и здоровых тканей. Мощный компьютер рассчитывает положение каждого из 201 лучей таким образом, чтобы на их пересечении сформировать «изоцентр» – шарообразную зону высокой дозы ионизирующего излучения. Комбинируя изоцентры, создается зона сложной пространственной формы, отвечающая форме самой опухоли [2]. Гамма нож даже на самую маленькую опухоль нацелен с точностью 0,5 мм. При этом каждый пучок имеет относительно низкую энергию и поэтому излучение практически не влияет на здоровую ткань головного мозга. Однако в фокусе лучи сходятся и создают высокую дозу радиации, способную уничтожить раковые клетки даже в глубоких опухолях с нерегулярными формами. Радиохирургия на Гамма ноже используется в качестве метода первичного лечения или как дополнительная процедура к другим методам лечения.

Несмотря на то, что первые линейные ускорители, которые используют для облучения пучки электронов, появились еще в конце 40-х годов, они были недостаточно точными для проведения радиохирургии. Только в 1982 году нейрохирург из Буэнос-Айреса Освальд Бетти выполнил лечение на линейном ускорителе. Примерно с середины 1990 годов для радиохирургии стали использовать линейные ускорители более интенсивно.

В 1989 году Джон Адлер, нейрохирург из Стэнфордского университета, придумал новое устройство для радиохирургии – Кибер нож. Устройство состояло из компактного линейного ускорителя, установленного на роботизированной руке, и устраняло изоцентрическое ограничение в облучении и не предполагало использование стереотаксической рамки [4]. В Кибер ноже используется энергия линейного ускорителя вместо изотопов кобальта. Роботизированная система может вращаться вокруг тела пациента в шести степенях свободы, что создает уникальную возможность для воздействия на те,

или иные патологические мишени, опухоли в легких, позвоночнике, спинном мозге. Система координат Кибер ножа рассчитывается либо от статичных анатомических элементов, чаще всего это кости черепа, либо от рентгеноконтрастной метки, вживляемой в подвижную опухоль. Кибер нож направляет каждый отдельный пучок ионизирующего излучения по произвольной траектории и это упрощает фиксацию и позволяет проводить лечение подвижных органов, метастазов независимо от их локализации.

Дальнейшее развитие систем визуализации позволило соединить в конструкции современного линейного ускорителя модели отслеживания опухоли и высокоточной доставки ионизирующего излучения в режиме реального времени. Это в свою очередь позволило подводить более высокие радиохирургические дозы точно к границе опухоли, используя традиционную конструкцию линейного ускорителя и поворотный гентри. Данная модификация позволяет проводить радиохирургию гораздо более крупных опухолей независимо от их локализации.

Заключение. Таким образом, механизм воздействия высокоточных пучков ионизирующего излучения на раковые клетки при радиохирургии заключается не в удалении опухоли, а в необратимом повреждении молекул ДНК и нарушению структуры злокачественных клеток, что приводит к их гибели или подавляет возможность деления [1].

Радиохирургия может быть применена как для лечения первичных опухолей, так и для лечения их рецидивов и метастазов. Учитывая неинвазивный характер процедуры, очень часто радиохирургия становится последним шансом для пациента, состояние здоровья которого не позволяет применить хирургическое вмешательство. Особое место радиохирургия занимает в лечении метастазов головного мозга, так как при этом не целесообразно использовать химиопрепараты, которые не проникают через защищающий мозг гематоэнцефалический барьер, а хирургическое вмешательство часто противопоказана из-за объемного поражения или тяжелого состояния пациента. Еще одним преимуществом радиохирургии является возможность проводить лечение радиорезистентных опухолей и метастазов, при которых обычная лучевая терапия малоэффективна [4].

Недостатком радиохирургии является то, что она применяется для лечения сравнительно небольших новообразований (не более 6 см) и эффект от лечения наступает спустя 6-9 месяцев, так как именно столько времени необходимо для полной гибели раковой клетки от патологической мутации вследствие воздействия излучения.

Литература: 1. Злокачественные новообразования в России в 2017 году (заболеваемость и смертность) / А. Д. Каприн [и др.] ; под ред. А. Д. Каприна. – М. : МНИОИ им. П. А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрав России, 2018. – 250 с. 2. Токарев, А. С. Применение диффузионно-тензорных изображений для оценки ответа на стереотаксическое радиохирургическое лечение метастатического поражения головного мозга / А. С.

Токаре, В. Н. Степанов, В. А. Пак // Вестник радиологии и радиологии. – 2017. – №4. – С. 197-203. 3. Eben, A. K. Stereotactic radiosurgery / A. K. Eben, J. S. Loeffler, L. D. Lunsford. – N. Y. : McGraw-Hill, Inc., 1993. – 254 p. 4. Friedman W. Linac radiosurgery. A practical guide / W. Friedman, J. M. Buatti, F. J. Bova. – N. Y. Shringler, 1998. – 176 p.

УДК 94(47).084.8

ЕРМОЛОВИЧ Е.Г., студент 3 курс, ФВМ

Научный руководитель **Братушкина Е.Л.**, канд. вет. наук, доцент
УО «Витебская ордена «Знак почета» государственная академия
ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

СОЛНЕЧНАЯ РАДИАЦИЯ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ЧЕЛОВЕКА

Введение. Солнце – источник тепла и света, дарящий силы и здоровье. Однако не всегда его воздействие является положительным. Нехватка энергии или ее переизбыток могут расстроить естественные процессы жизнедеятельности и спровоцировать различные проблемы. Солнечная радиация – это совокупность солнечной материи и энергии, поступающей на Землю. Энергия распространяется в виде электромагнитных волн со скоростью 300 тысяч километров в секунду, проходит через атмосферу и достигает Земли за 8 минут. Диапазон волн, участвующих в этом «марафоне», весьма широк – от радиоволн до рентгеновских лучей, включая видимую часть спектра. С запазданием на 2–3 суток земли достигает «солнечный ветер», состоящий из ядер атомов легких элементов (водорода и гелия), а также электронов. Вполне естественно, что солнечная радиация оказывает сильнейшее влияние на организм человека [1].

Спектр солнечного излучения включает как коротковолновые, так длинноволновые области:

- гамма-лучи;
- рентгеновское излучение;
- УФ-излучение;
- видимый свет;
- инфракрасное излучение.

Свыше 95% излучения Солнца приходится на область «оптического окна» – видимого участка спектра с прилегающими областями ультрафиолетовых и инфракрасных волн. По мере прохождения через слои атмосферы действие солнечных лучей ослабляется – вся ионизирующая радиация, рентгеновские лучи и почти 98% ультрафиолета задерживаются земной атмосферой. Практически без потерь до земли доходит видимый свет и инфракрасное излучение, хотя и они частично поглощаются молекулами газов и частицами пыли, находящимися в воздухе.

Солнечное излучение не приводит к заметному повышению радиоактивного излучения на поверхности Земли. Вклад Солнца вместе с космиче-

скими лучами в формирование общей годовой дозы облучения составляет всего 0,3 мЗв/год. Но это усредненное значение, на самом деле уровень падающего на землю излучения различен и зависит от географического положения местности.

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

Результаты исследования. Световой поток может оказывать благотворное, целебное воздействие на состояние человеческого тела. Проходя через зрительные органы, свет регулирует метаболизм, режим сна, влияет на общее самочувствие человека. Кроме того, световая энергия способна вызывать ощущение тепла. При облучении кожи в организме происходят фотохимические реакции, способствующие правильному обмену веществ.

Ультрафиолет обладает высокой биологической способностью, имеющий длину волны от 290 до 315 нм. Эти волны синтезируют витамин D в организме, а также способны уничтожить вирус туберкулеза за несколько минут, стафилококк – в течение четверти часа, палочки брюшного тифа – за 1 час. Как влияет загар на здоровье животных и человека? Загорелая кожа, несомненно, красива. Но меланин, вырабатываемый организмом (то, что мы называем загаром) — это его защитная реакция на воздействие солнечного излучения. Пользы от загара нет! Есть даже сведения, что загар укорачивает жизнь, так как радиация имеет кумулятивное свойство — она накапливается в течение всей жизни.

Люди, которые находятся под длительным излучением:

- подвержены высокой вероятности возникновения рака кожных покровов;
- имеют повышенную склонность к сухости кожи, что, в свою очередь, ускоряет процесс старения и появление пигментации и ранних морщин;
- могут страдать ухудшением зрительных способностей, катарактой, конъюнктивитом;
- обладают ослабленным иммунитетом.

Нехватка витамина D у человека является одной из причин злокачественных новообразований, нарушений обмена веществ, что приводит к излишней массе тела, эндокринным нарушениям, расстройству сна, физическому истощению, плохому настроению.

Человек, который систематически получает свет солнца и не злоупотребляет солнечными ваннами, как правило, не испытывает проблем со здоровьем:

- имеет стабильную работу сердца и сосудов;
- не страдает нервными заболеваниями;
- обладает хорошим настроением;
- имеет нормальный обмен веществ;
- редко болеет.

Вспышки на Солнце – большая опасность для человека и всего живого на Земле, поскольку плотность потока солнечного излучения может превышать обычный уровень космического излучения в тысячу раз. Так, выдающийся советский ученый А. Л. Чижевский связал периоды образования солнечных пятен с эпидемиями тифа (1883-1917 г) и холеры (1823-1923 г) в России. На основании сделанных графиков он еще в 1930 году предсказал возникновение обширной пандемии холеры в 1960-1962 годах, которая и началась в Индонезии в 1961 году, затем быстро распространилась на другие страны Азии, Африки и Европы.

Сегодня получено множество данных, свидетельствующих о связи одиннадцатилетних циклов солнечной активности со вспышками заболеваний, а также с массовыми миграциями и сезонами бурного размножения насекомых, млекопитающих и вирусов. Гематологи установили увеличение количество инфарктов и инсультов в периоды максимальной солнечной активности. Такая статистика связана с тем, что в это время у людей повышается свертываемость крови, а так как у больных с заболеваниями сердца компенсаторная деятельность угнетена, возникают сбои в его работе вплоть до некрозов сердечной ткани и кровоизлияний в мозг [2,3].

Большие солнечные вспышки происходят не так часто – раз в 4 года. В это время увеличивается количество и размер пятен, в солнечной короне образуются мощные коронарные лучи, состоящие из протонов и небольшого количества альфа-частиц. Самый мощный их поток астрономы зарегистрировали в 1956 году, когда плотность космического излучения на поверхности земли увеличилась в 4 раза. Еще одним последствием подобной солнечной активности стало полярное сияние, зафиксированное в Москве и Подмосковье в 2000 году.

Вспышки на Солнце незаметны человеческому глазу, однако, по словам ученых, на самой звезде это явление выглядит, как огромный ядерный взрыв. «В солнечной атмосфере накапливается энергия, – объясняет астроном. – И когда ее становится слишком много, происходит взрыв с выбросом плазменного облака, которое может достигать веса в миллиарды тонн и лететь со скоростью сотен километров в секунду».

Чаще всего подобные вспышки продолжаются не дольше 10 минут, а самые сильные длятся несколько часов. Если при этом поток направлен в сторону Земли, последствия вспышки будут хорошо ощутимы населением планеты. Когда выброшенные Солнцем частицы на огромной скорости достигают Земли, поток взаимодействует с ее магнитным полем и вносит свои коррективы не только в самочувствие людей, но и в работу электронных устройств.

Выброшенная Солнцем плазма достигает Земли в ближайшие два-три дня после начала вспышки. В течение всего этого времени на планете будут бушевать магнитные бури, мощность которых зависит от силы взрыва на поверхности Солнца. Так, после вспышки 8 сентября 2017 года на Земле происходили сбои в работе техники: многие отмечали, что их мобильные теле-

фоны перестали принимать сигнал, а некоторые каналы кабельного телевидения перестали транслироваться. «Взрывы на Солнце влияют, в том числе и на телекоммуникационное оборудование. Мощные вспышки могут вывести из строя не только телефоны, но и целые спутники связи и даже космические аппараты: настолько сильной бывает взрывная волна».

Заключение. Солнечная радиация, несомненно, важна в жизни животных и людей. Ее лучи влияют на нашу жизнедеятельность, на состояние здоровья и самочувствия. Без воздействия солнца живой организм не способен существовать, так как под его влиянием происходит множество важных биохимических реакций. Однако не стоит забывать и о плохом воздействии солнца. Таким образом, только дозированное поступление излучения способно положительно отразиться на здоровье человека.

Литература: 1. Солнечная радиация и ее влияние на организм [Электронный ресурс]- Электр. текст. дан. Режим доступа: <https://clinic-a-plus.ru/articles/otravlenie/4386-solnechnaya-radiatsiya-i-ee-vliyanie-na-organizm.html>, свободный; 2. Сапожников Ю.А. - Радиоактивность окружающей среды. Теория и практика М.: БИНОМ. Лаборатория знаний 2010 -. 286 с.; 3. Солнечная радиация и её влияние на организм человека [Электронный ресурс] - Электр. текст. дан. Режим доступа: <https://otravleniya.net/izluchenie/solnechnaya-radiatsiya.html>, свободный.

УДК 615.849

ЖДАНОВА Н.А., студент 1 курс, ФВМ

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

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

ВЛИЯНИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА СТВОЛОВЫЕ КЛЕТКИ

Введение. Ряд проведенных исследований показывает, что длительное ионизирующее излучение воздействует на стволовые клетки человека. Оказалось, что в стволовых клетках происходит задержка клеточного цикла и это позволяет чинить вызванные радиацией двойные разрывы ДНК с меньшими ошибками. Чтобы обеспечить радиационную безопасность, нужно уметь оценивать риски, которые несёт с собой ионизирующее излучение, в частности риск заболеть раком.

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. Воздействие радиации на организм неизбежно: за счёт естественного радиационного фона средний житель планеты

получает ежегодно около 3 мГр. А при рентгеновском обследовании - от 0,001 мГр до 10 мГр в зависимости от типа процедуры. Однако передозировка опасна: при дозе более 1 Гр (1 Гр=1000 мГр), полученной за короткий промежуток времени, возникает острая лучевая болезнь.

Из обследований людей, подвергшихся облучению, достоверно известно, что высокие дозы радиации увеличивают риск раковых заболеваний. На основании этого принята линейную модель, согласно которой даже маленькое превышение дозы ведет к увеличению риска рака. Однако в экспериментах малые дозы облучения либо не приводили к отклонениям, либо даже оказывали положительное действие - увеличение продолжительности жизни и снижение частоты заболеваний. Кроме того, необходимо учитывать мощность дозы. Одна и та же доза, полученная за длительный промежуток времени, наносит меньший ущерб, чем в случае кратковременного облучения. В реальных ситуациях люди чаще подвергаются небольшому и длительному облучению, поэтому важно понять, как длительное ионизирующее излучение воздействует на организм.

Одно из негативных воздействий радиации – образование так называемых двойных разрывов, когда рвутся обе цепи ДНК. Клетка способна восстанавливать поврежденные участки, это называется репарацией ДНК. Разрыв одной цепи восстанавливается по последовательности второй цепи, двойные разрывы восстанавливаются другими способами и при этом велик риск ошибки. Если системы репарации не починят такие разрывы или починят неправильно, это может привести к онкологическим заболеваниям. Поэтому исследования по воздействию радиации на живые клетки в основном концентрируются на двойных разрывах. С недавнего времени выяснилось, что в образовании опухоли основную роль играют стволовые клетки (клетки без определенной специальности), потому что они могут накопить мутации и передать их потомкам – специализированным клеткам. Однако воздействие длительного облучения на стволовые клетки изучено очень слабо.

Стволовые клетки подвергали кратковременному и длительному воздействию рентгеновского излучения в одних и тех же дозах. Образование двойных разрывов отслеживали с помощью маркеров – скоплений окрашенных белков определенного вида. Оказалось, что при кратковременном облучении количество обоих маркеров возрастает линейно при увеличении дозы. А при длительном облучении - сначала линейно, а потом выходит на плато. Количество разрывов, дойдя до определённого значения, перестаёт возрастать. Наступает своеобразный баланс между образованием повреждений и их репарацией.

У клетки есть системы репарации, которые могут починить двойные разрывы ДНК. Однако после кратковременного облучения в больших дозах репарация 8 из 10 образованных двойных разрывов происходит с помощью воссоединения концов – относительно быстрого, но некорректного механизма. Из-за этого часто возникают хромосомные нарушения. Двойные разрывы ДНК, восстановленные некорректно, приводят к гибели клеток. Другой ме-

ханизм репарации двойных разрывов – гомологичная рекомбинация. Для восстановления разрыва используется похожая или идентичная молекула ДНК в качестве образца. Этот механизм дает гораздо меньше ошибок, но он возможен только в определённых фазах клеточного цикла. Гомологичную рекомбинацию учёные отследили по маркеру – белку Rad51. В течение двух часов облучения количество Rad51 оставалось примерно на одном уровне, а потом линейно возрастало [1,2]. Ученые предположили, что во время длительного облучения происходит активация гомологичной рекомбинации.

В то время как одни стволовые клетки делятся, другие перестают делиться, и между ними сохраняется баланс. Было подсчитано количество двойных разрывов отдельно в делящихся и пассивных клетках. Клетки можно различить с помощью специального белка, который находится только в делящихся клетках. Оказалось, что число двойных разрывов растёт одинаково в делящихся и неделящихся клетках и в обоих видах клеток достигает постоянного значения.

Кроме того, выяснилось, что облучение не повлияло на долю делящихся клеток: она всегда была примерно 80%. Но проведя более подробное исследование, ученые обнаружили, что после четвертого часа медленного облучения значительно вырастает доля клеток, которые находятся в фазах клеточного цикла – синтез ДНК и фазе последней подготовки к делению клетки. Во время этих фаз в клетке находится копия ее ДНК, чтобы впоследствии клетка могла разделиться на две. Именно во время этих фаз и возможна гомологичная рекомбинация. То есть во время облучения происходит задержка клеточного цикла и увеличивается доля клеток в тех фазах, где возможна гомологичная рекомбинация. Таким образом, появляется возможность корректной репарации двойных разрывов.

Заключение. Продолжительное облучение стволовых клеток приводит к их перераспределению по клеточному циклу. Это может влиять на биологический ответ на радиацию. Полученные результаты могут стать основой для дальнейших исследований двойных разрывов в стволовых клетках и их влияния на образование опухолей.

Литература: 1. Индукция и репарация двунитевых разрывов ДНК в клетках линии V79 при длительном воздействии низкоинтенсивного γ -излучения / Озеров И.В., Бушманов А.Ю., Анчишкина Н.А. - Саратовский научно-мед. журнал. 2013. Т. 9. № 4. С. 787–791. 2. Кинетическая модель репарации двунитевых разрывов ДНК в первичных фибробластах человека при действии редкоионизирующего излучения с различной мощностью дозы / Озеров И.В., Осипов А.Н. - Компьютерные исследования и моделирование. 2015. Т. 7. № 1. С. 159–176.

УДК: 614.876:575

ИВАНОВ А. П., АНДРЕЕВА В. Д., студенты 3 курса, ФВМ
Научный руководитель **Шагако Н.М.,** магистр, ассистент

РАДИАЦИОННАЯ ГЕНЕТИКА. ЕЕ СЕЛЕКЦИОННОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Введение. На протяжении всей истории жизни на Земле, ионизирующее излучение в низких дозах выступает в качестве одного из средовых факторов, который изменяет скорость эволюционных процессов. Несмотря на то, что облучение низкой интенсивности не приводит к соматической гибели организма, оно способно модифицировать клеточно-тканевые процессы. В связи с этим, проблема возникновения наследуемых изменений у потомков является одним из значимых направлений в радиационной генетике.

Материалы и методы исследования. Теоретический анализ и обобщение данных научных конференций и докладов применялся с целью выявления основных подходов к решению исследуемой научной проблемы. Методологию исследования определяли изучение, сравнение и обобщение совокупности трудов отечественных и зарубежных ученых.

Результаты исследований. Научный интерес к проблеме радиационного вреда возник в начале XX века. Открытие влияния ионизирующего излучения на образование мутаций в зарубежной литературе приписывают Н. J. Muller, опубликовавшему в 1927 году результаты экспериментов по действию рентгеновского излучения на дрозофил. Однако советские ученые Г. А. Надсон и Г. С. Филиппов еще в 1925 г. описали появление «стойких радиорас» – мутаций, у дрожжей, подвергнутых воздействию радия [2].

Радиационная генетика – это наука, лежащая на стыке генетики и радиобиологии, изучающая генетическое действие излучения, возникновение мутаций у организмов в результате их облучения [1].

В результате развития радиационной генетики были определены три основные направления: биофизическое (радиобиологическое), генетическое и селекционное (мутационная селекция растений) [5].

Любые изменения в генотипе клеток являются мутацией, а механизм развития мутаций – мутагенезом. Существует 2 вида мутагенеза: естественный (спонтанный), который определяется сложностью процессов, происходящих в клетках, и искусственный (индуцированный), который определяется целенаправленным воздействием человека, посредством внешних факторов окружающей среды, на генотип клеток [5].

В настоящее время радиационный мутагенез стал одним из прогрессивных методов получения разнообразных генетических мутаций для последующего отбора и выведения новых сортов растений. Он позволяет с помощью облучения семян, побегов или измельченных листьев, электромагнитными лучами, тепловыми нейтронами, с последующим высаживанием облученных семян в стерильном субстрате, получать новые формы, обладающие повышенной урожайностью, устойчивостью к заболеваниям и неблагоприят-

ным факторам внешней среды, повышенным выходом биологически активных и питательных веществ в урожае [6].

Пыльцу растений, черенки или семена облучают электромагнитными лучами с помощью кобальтовой пушки или в рентгеновских аппаратах. Дозу облучения подбирают в зависимости от фазы развития растения. Иногда вместо облучения в растение с помощью инъекции можно вводить вещество – источник облучения, в частности фосфор (^{32}P) [4]. Черенки облучают перед взятием почек на окулировку или прививку, а семена – перед длительным выдерживанием их при определенной температуре для ускорения прорастания [5].

Методы обнаружения мутантов после облучения семян иные, чем при облучении пыльцы, так как зародыш семени представляет многоклеточное образование, а мутации могут возникнуть лишь в отдельных соматических клетках. Поэтому выросшее из такого семени растение будет нести мутацию только в части тканей, берущих начало из измененной клетки. Такое растение окажется химерным [3]. У пшеницы, ячменя и других злаков самоопылителей в пределах одного растения возникшая химерная мутация может проявиться лишь в некоторых колосьях, а чаще лишь в одном или в нескольких зернах одного колоса [7].

В результате воздействия мутагенными факторами возникают как модификационные, так и мутационные изменения у обработанных растений. При возникновении рецессивной мутации в пыльцевом зерне, участвовавшем в оплодотворении, все клетки развивавшегося растения несут эту мутацию в гетерозиготном состоянии. У самоопылителя уже в следующем поколении можно выявить возникшую мутантную форму, а в последующих поколениях ее можно выделить и размножить [3]. У перекрестноопыляющихся растений выявление рецессивных мутаций более трудоемко и требует не менее трех поколений.

Доминантная мутация может проявиться в первом же поколении, а рецессивная окажется в гетерозиготном состоянии и не проявится [6]. Поэтому зерновки высевают отдельно по колосьям, используя по 15-20 семян из 2-5 хорошо развитых колосьев. В течение вегетации растений во втором поколении среди них проводится выявление мутаций; часть зерновок может оказаться носителями рецессивной мутации в гомозиготном состоянии, часть – в гетерозиготном. С мутантных растений второго поколения, представляющих селекционный интерес, собирают зерновки и вновь высевают для проверки и размножения в третьем поколении, а затем для получения размноженной линии в четвертом, пятом, шестом и так далее [7].

Мутационная селекция обладает множеством преимуществ: экономичная, быстрая, проверенная и надежная методика. Данная технология является широко применяемой и безвредной для окружающей среды. На основе 210 видов растений из 70 стран официально выпущено для коммерческого использования более 3200 мутантных сортов, включая многочисленные сельскохозяйственные культуры, декоративные растения и деревья [3]. Это дела-

ет мутационную селекцию очень перспективным в решении многих селекционных задач.

Заключение. Селекционное направление изучает процесс получения мутантов с ценными признаками для селекции. Мутационная селекция базируется на индуцировании мутаций и их обнаружении. Селекционное направление радиационной генетики имеет правильный вектор развития, так как уже имеются результаты, применяемые на практике.

Литератур.: 1. Агафонов, Н. С. Генетические исследования и новые принципы создания исходного материала / Н. С. Агафонов, М. Д. Велибеков // Каменная Степь-100 лет спустя. – Воронеж, – 1992. – С. 197-208. 2. Гончаров, Н. П. Методические основы селекции растений / Н. П. Гончаров, П. Л. Гончаров / Академическое издательство Гео. – Новосибирск, 2018. – 435 с. 3. Государственный реестр сортов: справочное издание / В. А. Бейня [и др.]; отв. ред. В. А. Бейня. – Минск, 2019. – 272 с. 4. Гриб, С. И. Результаты изучения коллекции озимого тритикале в условиях Беларуси / С. И. Гриб, В. Н. Бушневич, Е. И. Позняк, В. А. Бандарчук // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр.; редкол.: Ф. И. Привалов (гл. ред.) [и др.] / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск, 2016. – Вып. 52. – С. 245– 251. 5. Минина, В. И. Спонтанные и индуцированные химическими мутагенами хромосомные aberrации и генетический полиморфизм / В. И. Минина // Медицинская генетика. – 2011. – № 9. – С. 11-19. 6. Barrett, M. Effects of media and plant selection on biofiltration performance / M. Barrett, M. Limouzin, D. F. Lawler // Journal of Environmental Engineering. – 2016. – P. 462-470. 7. Gammie, R. Cultivar specification for new triticales in New South Wales, Australia / R. Gammie // TriticaleTopics. – 1997. – №5. – P. 13-14.

УДК335.469:502.175:[620.267+628.4.047]

КАЗАК А.В., студент 3 курс, факультет химико-биологических и географических наук

Научный руководитель **Курдеко А. П.**, докт. вет. наук, профессор
УО «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова»,
г. Витебск, Республика Беларусь

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В РАДИАЦИОННОМ МОНИТОРИНГЕ ТЕРРИТОРИЙ, ПОСТРАДАВШИХ ОТ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

Введение. Проблема радиационного загрязнения была и остается актуальной после всех техногенных катастроф, произошедших за последние десятилетия. Особенно тяжелой, с точки зрения социально-экономических негативных последствий для Беларуси, России и Украины, стала авария на Чернобыльской атомной электрической станции (АЭС). Памятным знаком на карте отмечена Чернобыльская зона отчуждения или т.н. 30-километровая зона – территория, которая подверглась наиболее интенсивному загрязнению

радионуклидами. К северу от нее расположен Полесский государственный радиационно-экологический заповедник Республики Беларусь.

Это место является открытым источником радиации, нуждающимся в регулярном и точном мониторинге. Зона отчуждения является полигоном для исследований, в т.ч. международных, многих ученых, которых интересуют последствия катастрофы и их влияние на компоненты среды, а также механизмы восстановления экосистем.

Материалы и методы исследования. Методологию исследования определяли изучение, сравнение и обобщение совокупности трудов ученых.

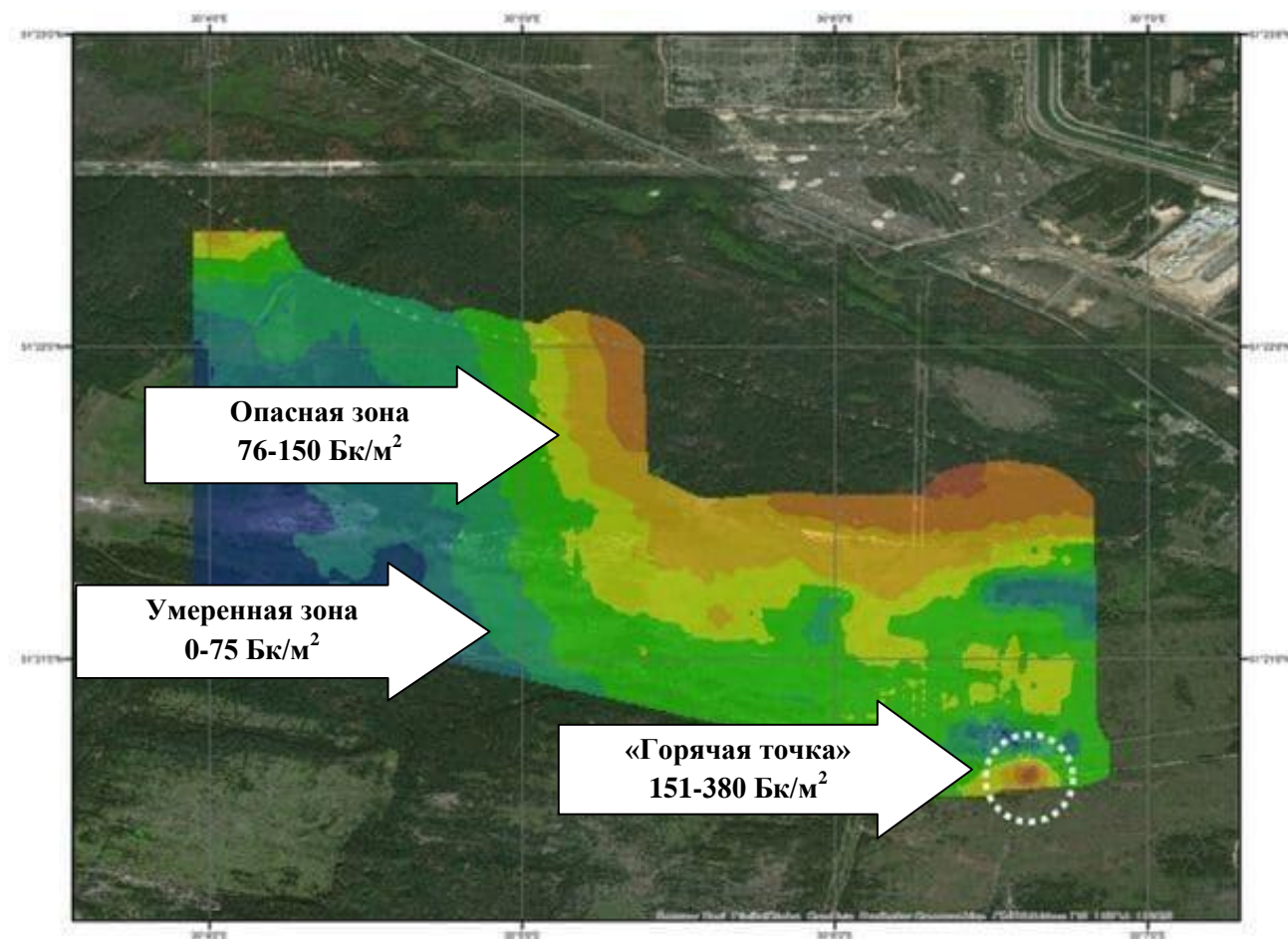
Результаты исследований. В Республике Беларусь создана и функционирует система радиационного мониторинга, которая является составной частью национального мониторинга окружающей среды. В ее состав входит широкая сеть пунктов наблюдений и аккредитованных лабораторий. Основные объекты мониторинга – атмосферный воздух, почва, поверхностные и подземные воды. Сеть постоянного мониторинга окружающей среды Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь включает 181 реперную площадку, 19 ландшафтно-геохимических полигонов [1].

Развитие геоинформационных систем сделало возможным дистанционное наблюдение и оценку состояния даже самых труднодоступных территорий. В настоящее время современным и безопасным методом осуществления радиационного мониторинга является применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). БПЛА оснащены современными камерами и детекторами радиации, они позволяют определять эквивалентную дозу излучения и гамма-спектры. В полете все данные и снимки синхронизируются с GPS-положением и поступают пилоту на станции, где с помощью нейросети создаются карты. На них можно точно определить опасные зоны и отследить динамику радиационного загрязнения. Полученная информация предоставляет возможность быстрого реагирования и принятия решений как государственными органами власти, так и международными организациями.

Данный метод является выгодным как с медико-биологической, так и с экономической точек зрения. В зоны с чрезвычайно высоким уровнем радиации сложно отправлять группы специалистов для текущего контроля ситуации. Это небезопасно для людей, требуется соответствующее приборное оснащение, а также строгое соблюдение безопасных условий работы.

БПЛА или дроны существенно упрощают задачу мониторинга загрязненных радионуклидами территорий. Их корпуса защищены от радиационного воздействия, они способны оперативно и точно выполнять поставленные задачи. Удобство использования БПЛА заключается и в дистанционности управления: находясь вдали от непосредственного места исследования, можно наблюдать и оценивать все показатели. Например, в 2019 году британским беспилотникам удалось создать карту радиационного загрязнения Чернобыля (рис.). Они исследовали Рыжий лес в Чернобыльской зоне отчуждения, который является одним из наиболее загрязненных радиацией мест на

Земле, он расположен в 500 метрах от ЧАЭС. Ученым удалось обнаружить на снимках неизвестные «горячие точки» - места с высокой концентрацией радиоактивных веществ [2].



Снимок «Рыжего леса», сделанный БПЛА (дромом)

Заключение. В конечном итоге применение БПЛА и геоинформационных систем становится отличной перспективой развития радиационного мониторинга. Это направление значительно упростит процесс, минимизирует затраты, а также обезопасит человека от воздействия губительного излучения.

Литература: 1. Общая справка о системе радиационного контроля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://chernobyl.mchs.gov.by/kontrol-radioaktivnogo-zagryazneniya/obshchaya-spravka-o-sisteme-radiatsionnogo-kontrolya/>. – Дата доступа: 17.04.2022. 2. Рыжий лес [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nauka.tass.ru/nauka/6815803>. - Дата доступа: 17.04.2022. 3. Казак, А.В. Перспективы использования системы высокотехнологичного мониторинга земель в «точном земледелии» / А.В. Казак, Д.В. Новиков // Молодость. Интеллект. Инициатива: матер. IX Международной научно-практической конференции студентов и магистрантов, Витебск, 23 апреля 2021 г. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2021. – С. 54 – 55. 4. Цветков В.Я. Гео-

информационные системы и технологии / В.Я. Цветков. – М.:Изд-во «Финансы и статистика», 1998. – С. 21 – 112.

УДК 94(47).084.8

КОВАЛЕВСКАЯ Л.М., студент 1 курс, ФВМ

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

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

ОСОБЕННОСТИ ПРОТОННОЙ ТЕРАПИИ

Введение. В настоящее время тремя основными методами лечения рака являются: хирургическое лечение, химиотерапия, лучевая терапия. Протонная терапия – это передовой метод лечения, относящийся к лучевой терапии [1].

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. В традиционной лучевой терапии используются рентгеновское или гамма-излучение. Метод протонной терапии использует протонные лучи, получаемые ускорением ядер водорода (протонов) с сообщением им высокой энергии.

Рентгеновские лучи, и другое ионизирующее излучение выделяют максимальную энергию в тканях вблизи поверхности тела. Проникая в тело пациента, энергия рассеивается в тканях по ходу облучения, затем проходит сквозь патологический очаг и распространяется далее. Вследствие этого, до сих пор невозможно было избежать поражения здоровых тканей и органов, находящихся за патологическим очагом. Протонные лучи имеют физическое свойство «выделять максимальную энергию и останавливаться на заданной глубине». Если параметры облучения протонными лучами задать в соответствии с глубиной патологического очага, в момент достижения патологического очага происходит их торможение с выделением максимального количества энергии без дальнейшего проникновения вглубь организма. Расчет оптимального облучения для каждого пациента позволяет прицельно «удалить» опухоль [2]. Наряду с этим, преимуществом метода является сокращение вредного воздействия на здоровые ткани.

Преимущества протонной терапии:

При протонной терапии прицельно облучается только патологический очаг, что позволяет ожидать выдающихся результатов лечения. Прицельное воздействие на опухоль позволяет, сократить побочные эффекты в органах, подверженных воздействию радиоактивного излучения. Низкая

нагрузка на организм позволяет выполнять лечение пожилых и ослабленных людей.

Снижается риск возникновения вторичного рака у детей и молодежи после прохождения протонной терапии. Позволяет проходить лечение пациентам, которые имеют противопоказания к хирургической операции вследствие сопутствующих заболеваний. Как правило, не требует госпитализации и позволяет получать ежедневное лечение амбулаторно.

Позволяет сохранить высокий уровень качества жизни пациентов при минимуме препятствий к социальной реабилитации и повседневной активности после окончания лечения.

Заключение. Благодаря физическим свойствам протонных лучей, протонная терапия привлекает внимание как метод с высокой эффективностью, характеризующийся небольшой нагрузкой на организм и минимальным количеством побочных эффектов.

Литература: 1. Ядерно-физические технологии в медицине / Черняев А. П. - Физика элементарных частиц и атомного ядра. 2012. Т. 43, вып. 2. 2. Адронная лучевая терапия: история, перспективы, статус./ Г. И. Кленов, В. С. Хорошков. - УФН 186, № 8, 891–911. 2016;

УДК 616-001.2:619

КОВАЛЬКОВА П.Ф., студент 4 курса, ФВМ

Научный руководитель **Журов Д.О.**, канд. вет. наук, ст. преп.

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

ПАТОЛОГОАНАТОМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ У ЖИВОТНЫХ ПРИ ЛУЧЕВОЙ БОЛЕЗНИ И ПОВРЕЖДЕНИЯХ, ВЫЗВАННЫХ ДЕЙСТВИЕМ РАДИАЦИИ

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 (дистрофия, воспаление, некроз), 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].

Экспертиза повреждений у животных, вызванных действием радиации, может возникать в связи с расширением применения атомной энергии в мирных целях, радиоактивных веществ и возможным возрастанием техногенного фона радиации.

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. Лучевые поражения у животных могут иметь местный и общий характер.

Местные лучевые поражения проявляются в виде альтерации (некроза) с отторжением пораженных тканей и регенерации. Преобладает альтерация над регенерацией (заживлением), что и определяет в основном тяжесть и длительность рубцевания повреждений. Местная радиационная травма имеет фазы развития: скрытый, гиперемии и начала отека, образования пузырей, некроза и заживления.

Общие лучевые поражения характеризуются развитием лучевой болезни. В зависимости от величины лучевой нагрузки, длительности действия, определяющих динамизм реакций организма, выделяют «смерть под лучом», острое и хроническое течение лучевой болезни.

При однократном массовом воздействии проникающей радиации может возникнуть быстрая смерть без видимых макроскопических изменений в органах и тканях.

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 общее истощение, наличие алопечий, кровоизлияния на слизистых оболочках и коже. У лошадей шерсть не выпадает, но на отдельных участках тела, осо-

бенно 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. 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. Кровоизлияния 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 или 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 также в состоянии острой венозной гиперемии, мочевой 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.

При хронической лучевой болезни наблюдают общую анемию, аплазию (атрофию) органов кроветворения (селезенка, лимфоузлы, 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. В первую очередь при действии радиации на организм реагируют сердечно-сосудистая система, органы иммунной системы и эндокринные железы, а при хронической лучевой болезни наблюдаются дистрофические изменения, приводящие к полиорганной недостаточности и гибели животных.

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. Ветеринарная 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.

УДК 553.982.2+628.4.047(476)

КОЗЛОВСКАЯ А.А., студент 3 курс, факультет химико-биологических и географических наук

Научный руководитель **Курдеко А. П.**, докт. вет. наук, профессор

УО «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова»,

г. Витебск, Республика Беларусь

РАДИОАКТИВНОСТЬ, СВЯЗАННАЯ С НЕФТЯНЫМИ МЕСТОРОЖДЕНИЯМИ

Введение. На территории современной Республики Беларусь нефть начали добывать с середины прошлого века. О том же, что на белорусском Полесье имеются нефтяные месторождения, ученые объявили еще в 1933 году. В 1939 году под Шатилками (нынешний Светлогорск) была пробурена первая скважина, однако нефти в ней было мало. Геолог Александр Розин, который руководил поисками «черного золота» в южной части страны, обнаружил значительные залежи нефти в 1957 году. В 1964 году было открыто первое промышленное месторождение нефти, которое получило название «Речицкое».

Результаты исследований. Разведанные в настоящее время запасы углеводородного сырья в стране относительно невелики. Основные месторождения сосредоточены в юго-восточных областях. В Гомельской области расположен северо-западный участок Днепровско-Припятской нефтегазоносной провинции. На этом участке выявлены следующие нефтеносные зоны:

- речицко-Вишанская;
- малодушинская;
- первомайская.

Запасы нефти в них оцениваются немногим более 27 миллиона тонн, а попутного газа содержится 2,8 миллиарда кубических метров. Всего же в Республике Беларусь обнаружено 82 нефтяных месторождения, из которых разрабатываются 62. Количество эксплуатируемых скважин составляет почти одну тысячу, при этом 774 скважины (90 %) являются непосредственно добывающими. Одновременно с этим в Беларуси в последние годы активизирована работа по геологоразведке углеводородов.

Нефть и нефтепродукты относятся к категории веществ, которые попадают в природную среду при их добыче, при перевозке и накапливаясь в опасных концентрациях, оказывают вредное влияние на окружающую среду.

Нефть в основном состоит из алифатических углеводородов, в некоторых случаях в ней могут содержаться алициклические и ароматические углеводороды. В небольших количествах в состав нефти входят также кислородсодержащие соединения, как, например, альдегиды, кетоны и карбоновые кислоты, серо- и азотсодержащие [1].

Нефть попадает в природную среду разными способами, например, при бурении скважин на нефтяных месторождениях, авариях танкеров, транспортировке и переработке сырой нефти, а также при очистке отстойников, танкеров и автоцистерн от остатков сырой нефти, и нефтепродуктов.

Загрязнение нефти радионуклидами земного происхождения происходит двумя способами. Первый обусловлен тем, что нефтяным запасам часто сопутствуют глинистые сланцы, богатые ураном. Концентрация урана при этом может достигать 1000 г/тн более. Залегающие ниже пористые песчаники содержат рассолы, в которых постепенно растворяется ^{226}Ra и его продукты. Затем эти продукты поступают в вышележащие нефтяные и залежи и загрязняют их радионуклидами. Второй способ связан с диффузией ^{222}Rn в нефтяные слои. Продукты распада ^{222}Rn имеют времена жизни, измеряемые секундами и минутами вплоть до ^{210}Pb , за которым следует ^{210}Po . Как и радий, эти нуклиды являются главными загрязнителями нефти [2].

Заключение. В целях сохранения здоровья персонала, обслуживающего нефтяные промыслы, необходимо соблюдать нормативно-правовую базу, предусматривающую наличие мероприятий по обеспечению радиационной безопасности и нормализации радиационно-экологической обстановки в местах функционирования нефтяных комплексов.

Литература: 1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://neftok.ru/strany/neft-v-belorussii.html>. – Дата доступа: 18.04.2022.
2. Давыдова, С.Л. Нефть и нефтепродукты в окружающей среде: учеб. Пособие / С.Л. Давыдова, В.И. Тагасов. – М.: Изд-во РУДН, 2004. – 163 с.
3. Новый справочник химика и технолога. Радиоактивные вещества. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.chem21.info/page/078101076186073133172201102036230175227139255141/>. – Дата доступа: 18.04.2022

МИФЫ О РАДИАЦИИ

Введение. Открытие радиоактивности Анри Беккерель и радия Марии Кюри в конце 19 века стало новым повальным увлечением. В то время риски радиоактивности известны не были, и казалось, что радиоактивность – лишь чудесные блага для человека. Это привело к «промышленности на радиии», процветавшей в межвоенный период [1,2].

Материалы и методы исследований. Материалом для исследования была выбрана литература по данной теме, метод исследования – системный анализ.

Результаты исследований. В 1944 году одна из немецких фирм по очистке и обогащению урана и других радиоактивных элементов «Ауэр» разработала зубную пасту, содержащую активный изотоп тория. Рекламный призыв говорил о том, что радиоактивность пасты «Дорамад» — это блеск и сияние ваших зубов, так как радиация не только «полирует зубную эмаль», но убивает микробов, тем самым леча и защищая десны и зубы. Спектроскопический анализ впоследствии показал, что «Дорамад» содержит некоторое количество тория, мощность радиации которого слаба и не регистрируется бытовыми дозиметрами. Паста недолго рекламировалась и продавалась.

Рентгеновская примерочная для обуви. Флюороскопы для «научно обоснованного» выбора обуви были изобретены в 1924 году и применялись на Западе до начала 1970-х. В магазине человек обувал понравившиеся ему пару, помещал ноги на рентгеновский излучатель, а продавец смотрел, по ноге ли покупателю обувь, не будет ли жать или натирать мозоли. При этом покупатель подвергался излучению в среднем по 20 секунд за одну примерку, получая дозу радиации до 15-20 рентген. В период популярности в мире было установлено порядка 10 000 флюороскопов, но в конце 1950-х их запретили в США, а спустя 10 лет в Европе. Последние 160 флюороскопов функционировали до 1960 года в Швейцарии.

Ионизирующая косметика. В 1933 году в Париже доктор Альфред Кюри (не являющийся родственником ни Пьеру Кюри, ни его жене Марии) вместе с фармацевтом Алексисом Муссали сотворили предприятие по созданию фирменной, «кюриной», линейки радиоактивных косметических продуктов. Торговая марка называлась «Tho-Radia», потому что в состав кремов, лосьонов, пудры, румян и помады входили хлористый торий и бромистый радий — вещества на то время очень дорогие. Добавлять их в состав товаров приходилось в очень малых дозах. Косметика продавалась вплоть до 1960-х годов[3].

Радиоактивное лекарство от всех болезней. Лекарственное средство «Radithor» появилось в аптеках в 1918 году с припиской «радиоактивная вода» и содержало в каждой склянке по одному микроюри радия-226 и изотоп-228. Остальное — дистиллированная вода. «Радитор» позиционировался как лекарство от артрита, ревматизма, психических заболеваний, рака желудка и импотенции и выпускался период с 1918 по 1928 гг. неким Уильямом Бейли. Главным потребителем этого чудо-средства стал Эбен Байерс, богатый американец, спортсмен и промышленник, он выпил почти 1400 бутылок и умер в 1932 году, после того, как часть рта и челюсти были удалены хирургическим путем.

Набор для детей «Юный атомщик». В 1951-52 гг. в США выпускался и продавался «ядерный чемоданчик» — набор для изучения радиации и атомной энергии. Этот «наисовременнейший научный набор», как было написано на коробке, позволял «юным исследователям провести более 150 захватывающих научных экспериментов». Набор AtomicEnergyLab давал детям возможность приобщиться к самой передовой области науки и технологии. Электроскоп, камера Вильсона и счетчик Гейгера–Мюллера позволяли провести множество интереснейших опытов. В комплект конструктора входили четыре вида урановой руды, источник бета- и альфа-излучения свинец-210, источник чистых бета-лучей рутений-106, гамма-излучатель (предположительно цинк-65), разные приборы и облачная камера с короткоживущим изотопом полония, распадающимся с выделением альфа-лучей. Счетчик Гейгера продавался отдельно.

Активаторы воды. Одним из популярнейших «гаджетов», свободно продававшихся с начала 1900-х по конец 1930-х, были специальные сосуды, которые позволяли «радиоактивировать» воду, добавляя туда радий. Устройства активно рекламировались и носили говорящие названия вроде RadiumVitalizerHealthFount или RadiumSpa. Чаще всего они представляли собой керамический или стальной сосуд, внутри которого размещался радиоактивный элемент — диск из смеси урановой руды и цемента или более сложный фильтр, также включающий урановую руду или радий.

Идеи использования радиоактивных веществ появлялись постоянно. Так в Германии появился шоколад с радием, который выпускался компанией Браун&Берк с 1931 по 1936 год. Параллельно выпускалась еще одна сладость — урановое мороженое. Хлебопекарня Hippmann-Blach производила и продавала радиоактивный хлеб, для изготовления которого применялась насыщенная радоном вода. Удобрения для растений, приманка для рыб, корм для скота, также были обогащены радием.[1,2].

Любопытно, что в XXI веке радиоактивные гаджеты по-прежнему производятся — в Японии. Например, устройство под названием WellAquaBar(выпускается с 2005 года) представляет собой перфорированную металлическую палочку с торие-содержащим керамическим стержнем внутри. При помещении в воду устройство ионизирует ее и обеззараживает — так утверждает производитель.

Литература: 1. Как применяли радиоактивность в быту [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sozero.livejournal.com/3111937.html>. – Дата доступа: 25.04.2022., 2. Мода на радиоактивность [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kramola.info/vesti/neobyknovennoe/moda-na-radioaktivnost>. – Дата доступа: 25.04.2022., 3. Заблуждения человечества: использование радиации в быту [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://rasvetsiriusa.blogspot.com/2014/08/blog-post_20.html. – Дата доступа: 25.04.2022.

УДК 94(47).084.8

КРИЖАНОВСКАЯ Д. И., студентка 3 курса, ФВМ

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

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

ВКЛАД ТРАНСУРАНОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В РАДИОАКТИВНУЮ ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Введение. Не смотря на то, что к настоящему времени значительная часть радионуклидов с небольшим периодом полураспада прекратила свое существование естественные и сельскохозяйственные системы территорий Республики Беларусь после аварии на Чернобыльской АЭС по-прежнему загрязнены долгоживущими радионуклидами. Среди них – цезий-137, стронций-90, трансурановые элементы: плутоний -238, 239, 240, 241 и америций-241. Для трансурановых элементов характерен рост активности за счет естественного распада плутония-241 и образования дочернего элемента – америция-241, радиотоксичность и период полураспада которого многократно больше, чем материнского нуклида [1].

Материалы и методы исследования. В данной работе мы попытались изучить проблему загрязнения территории Республики Беларусь трансурановыми элементами после катастрофы на ЧАЭС и рассмотреть возможность формирования значимых доз внутреннего облучения населения. Методологию исследования составили эмпирические и теоретические общенаучные методы: контент-анализ, изучение, обобщение, синтез, сравнение.

Результаты исследований. Помимо осколков деления ядер урана после катастрофы на ЧАЭС в реакторе, образовались ядра трансурановых элементов. Это тяжелые вещества, поэтому большая их часть выпала в радиусе примерно 30 километров вокруг Чернобыля. Белорусская часть зоны отчуждения Чернобыльской АЭС входит в Полесский государственный радиационно-экологический заповедник. Именно здесь локализовалось около 30% цезия-137, выпавшего на территорию Беларуси, более 70% стронция-90 и около 97% трансурановых элементов, основными из которых являются изо-

топы плутония. По принятым экспертным оценкам количество плутония-241, выброшенного из разрушенного реактора, составляло 2,1 кг, плутония-239 – 11,4 кг, плутония-240 – 4,4 кг, плутония-238 – 0,047 кг [2]. Плутоний- 238, 239, 240 являются альфа-излучателями. Изотоп плутония-241 является бета-излучателем. В результате бета-распада плутония-241 происходит образования америция-241, который является источником альфа-частиц и мягкого, низкоэнергетического гамма-излучения в количествах сравнимых с количеством основных источников. В настоящее время вклад америция-241 в общую альфа-активность составляет около 50%. Рост активности почв, загрязненных трансурановыми изотопами, за счет америция-241, будет продолжаться до 2060 г. и тогда по прогнозам его вклад составит 66,8%. Через 100 лет после аварии общая активность почв на загрязненных территориях будет в 2,4 раза выше, чем в послеаварийный период. Снижение альфа-активности почвы от америция-241 до допустимого уровня ожидается после 2400 года [4].

Накопление радионуклидов животными напрямую зависит от радиоактивного загрязнения территорий. У различных типов экосистем самоочищение происходит с различной интенсивностью. Следует отметить, что в большинстве случаев леса загрязнены радионуклидами сильнее, чем безлесные ландшафты, расположенные рядом и самоочищение лесных экосистем является самым продолжительным среди естественных экосистем. Радионуклиды, попавшие в окружающую среду, включаются в обменные процессы между ее компонентами и организмом животных за счет поступления через кожу, органы дыхания и с питьевой водой и пищей [3].

Внешний слой кожи животных в основном непроницаем для многих веществ, даже если они находятся в водном растворе. Так на опытах с поросятами было установлено, что только около 0,02% америция-241, нанесенного на кожу, поступает в организм животного.

Поступления радионуклидов ингаляционным путем имеет ограниченное значение, которое примерно на три порядка ниже, чем их поступление с подножным кормом, так как данным образом в основном поступают только радиоактивные газы и тонкодисперсные аэрозоли. При этом следует учитывать дозовые коэффициенты, которые для трансурановых элементов при ингаляционном пути поступления в более чем сто раз больше, чем при пероральном. При ингаляционном пути первым барьером и критическим органом становятся легкие. Поведение плутония и америция, поступивших в организм ингаляционным путем, представляет собой чрезвычайно сложный процесс и биологический эффект задержанных в легких частиц определяется их размером, токсичностью, растворимостью в жидкостях слизистых оболочек и реактивностью клеток. В дальнейшем радионуклиды плутония и америция попадают в печень и клетки, выстилающие поверхности костей. Динамика этого процесса определяется в основном размерами радиоаэрозолей и типом соединений радионуклидов. Распределение трансурановых элементов в организме при ингаляционном пути поступления зависит от физико-химических

свойств соединений изотопа. Растворимые соединения преимущественно откладываются в скелете, меньше в печени и легких; нерастворимые – в легких; различной степени растворимости – имеют смешанный тип распределения. В организме плутоний распределяется неравномерно: в легких его максимальная концентрация обнаруживается в верхних долях или лимфатических узлах; в скелете – в грудных позвонках и черепе [4]. При поступлении америция-241 через органы дыхания отмечается, что изотоп быстро перемещается из легких в кровь и имеет способность к накоплению.

Однако основное количество радионуклидов поступает в организм животных пероральным путем, и данный тип поступления является определяющим – по нему поступает в 103 раза больше радионуклидов, чем ингаляционным. Поступление радионуклидов на загрязненных пастбищах происходит двумя основными путями: при употреблении загрязненных растительных кормов, то есть радионуклидов непосредственно усвоенных корневой системой растений, и при поглощении загрязненной почвы, которая может находиться, как на поверхности самого растения, так и непосредственно дернины пастбища. Поступление радионуклидов, содержащихся в почве, в организм животных зависит от формы их нахождения в почве или пище, степени доступности. Загрязнение животноводческой продукции происходит только при всасывании радионуклидов в желудочно-кишечном тракте. Скорость всасывания радионуклидов из желудочно-кишечного тракта тесно связана с особенностями их химических соединений, в частности гидроксидов. Плутоний и америций крайне плохо всасываются из ЖКТ, ввиду малой растворимости их соединений в воде и кишечном соке. Всасывание америция из ЖКТ зависит от его химической формы, возраста животного. Для взрослых животных величина всасывания лежит обычно в диапазоне 0,01-0,001%, для молодых животных эти значения могут быть на один-два порядка выше [1]. После поступления в кровь они ведут себя в соответствии с их физиологическими свойствами. Плутоний и америций преимущественно накапливаются в костях, надкостнице и печени, причем концентрация их в печени, обычно несколько ниже.

Наблюдается переход америция с кормов в молоко. Коэффициент перехода в системе корм-молоко составляет 10^{-5} - 10^{-8} [4].

Как показывают исследования, проведенные сотрудниками Полесского государственного радиационно-экологического заповедника, больше всего плутоний и америций накапливают кабаны, в результате того что загрязненная почва составляет до 20% от съеденной пищи. В первую очередь страдает печень, так как в ней америция в несколько раз больше чем в желудке. Ингаляционным путем попадает в организм кабанов в тысячу раз меньше плутония и америция, чем со съеденной почвой.

Заключение. Одними из основных поставщиков радионуклидов в организм человека являются сельскохозяйственные и охотничье-промысловые виды животных. Для человека характерен наименьший биологический период полувыведения радионуклидов из организма по сравнению с другими

млекопитающими, это обусловлено спецификой метаболических процессов. Поэтому оценка накопления и характера миграции радионуклидов в трофических цепях различных групп животных, а так же возможных экологических последствий весьма важно для разработки рекомендаций по снижению негативных эффектов радиоактивного загрязнения природных комплексов.

Литература. 1. Америций и плутоний в агроэкосистемах. Чернобыльская катастрофа 1986 года / под общ. Ред. В. С. Аверина. – Гомель: – Полеспечат, 2014. – 176 с. 2. Гурачевский, В. Л. Введение в атомную энергетику. Чернобыльская авария и ее последствия / В. Л. Гурачевский. — 2-е изд., перераб. и доп. — Минск: Институт радиологии, 2014. — 174 с. 3. Транурановые элементы в окружающей среде /под ред. У. С. Хэнсона; пер. с англ. Г. Н. Романова. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 344 с. 4. Чернобыль: последствия катастрофы для человека и природы / А. В. Яблоков [и др.].- М.: Товарищество научных изданий КМК, 2016. – 826 с.

УДК 537.531: [582 + 631.436.6]

КУЗНЕЦОВА Е.В., студента 4 курса, ФВМ

Научный руководитель **Наумов А.Д.**, доктор биол. наук, доцент

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

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОВОЛНОВЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ РАСТЕНИЙ

Введение. Проблемой сельскохозяйственной науки является разработка технологий увеличения продуктивности в животноводстве и растениеводстве.

Накоплен достаточно большой объем данных о влиянии электромагнитных излучений (ЭМИ) на биологические объекты. Имеются данные о его стимулирующем влиянии на рост растений. В частности, предпосевная подготовка увеличивает процент всхожести и повышает энергию прорастания. После облучения черенков ускоряется рост корней.

Вместе с тем, многие авторы сообщают о противоречивых результатах, об отсутствии четкой повторяемости. В некоторых случаях фиксируется угнетающее действие ЭМИ.

Материалы и методы. Материалом исследования послужили научные работы зарубежных и отечественных исследователей. Основные методы: теоретический анализ научных источников по исследуемой проблеме, сравнение, обобщение и интерпретация представленных результатов.

Результаты и их обсуждение. Взаимодействие электромагнитных волн с живыми организмами с давних пор привлекало внимание исследователей. Особый интерес в этом отношении представляют миллиметровые ра-

диоволны (1-10 мм) [1, 2, 3]. Это связано с развитием технологий, позволяющих генерировать стабильные ЭМИ достаточной мощности.

Было установлено, что ЭМИ миллиметрового диапазона повышают сопротивляемость организмов различных систематических групп к воздействию неблагоприятных факторов. Данный факт нашел применение в разработке медицинских методов КВЧ-терапии [2].

Основным источником миллиметрового излучения в биосфере является Солнце. Кроме того, считается, что миллиметровые волны входят в состав реликтового излучения, или космического волнового фонового излучения, которое сохранилось с начальных этапов существования Вселенной и равномерно ее заполняет [3-6].

К настоящему времени накоплено значительное количество фактов о специфической реакции растительных организмов на воздействие электромагнитных излучений высоких и крайне высоких частот. Во многом данная реакция сходна с ответом растений на воздействие стресс-факторов. Растения могут реагировать на ЭМИ КВЧ даже небольшой амплитуды, формируя ответную реакцию на молекулярном уровне [7, 8].

Установленным фактом является изменение активности ферментов, вовлеченных в метаболизм активных форм кислорода (АФК), в ответ на воздействие ЭМИ. Аналогичная реакция растений характерна в ответ на воздействие многих неблагоприятных фактов окружающей среды.

Механизм действия ЭМИ на живые организмы остается пока невыясненным, хотя имеется ряд теорий, которые нуждаются в экспериментальной проверке.

Считается, что целенаправленное воздействие КВЧ-излучения на организм позволяет управлять многими процессами жизнедеятельности, в том числе, влиять на рост и развитие бактерий, животных, тканей и органов человеческого организма [9, 10].

В настоящее время обнаружена и экспериментально подтверждена возможность одновременного получения эффектов биостимуляции, дезинфекции и дезинсекции при микроволновом воздействии на семена различных сельскохозяйственных культур. Ожидаемые эффекты: увеличение биомассы урожая с сохранением качества продукции, уничтожение насекомых-вредителей, обеззараживание продукции [11].

Возможно применение ЭМИ в качестве нового экологически чистого биотехнологического метода физиологической регуляции метаболизма клеток фотосинтезирующих организмов.

Литература: 1. Пресман А.С. Электромагнитные поля и живая природа. // М.: Наука. –1968. – 287 с. 2. Frohlich H. Bose condensation of strongly excited longitudinal electric modes // Phys. Lett., 1968 – 26 A, – p. 402. 3. Frohlich H. Collective behaviour of non-linearly couple oscillating fields. With application to 4. Девятков Н.Д. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности: vols. / Н.Д. Девятков, М.Б. Голант, О.В. Бецкий. – Москва: Радио и

связь, 1991. – 168 р. 5. Девятков Н.Д. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности. / М.Б. Голант, О.В. Бецкий // М.: Радио и связь. 1991. – 168 с. 6. Бецкий О.В. Волны и клетки / В.В. Кислов. // М.: Знание. Сер. Физика. –1990. №2. – 63 с. 7. Vian A. Plant responses to high frequency electromagnetic fields / A. Vian [et al.] // BioMed Research International. – 2016. – Vol. 2016. – P. 1-13. 8. Tkalec M. Exposure to radiofrequency radiation induces oxidative stress in duckweed *lemna minor* l. / M. Tkalec, K. Malarić, B. Pevalek-Kozlina // Science of The Total Environment. – 2007. – Vol. 388. – № 1-3. – P. 78-89. 9. Бецкий О.В. Вода и электромагнитные волны // Биомедицинская радиоэлектроника. – 1998. – №2. – С. 3-6. 10. Бецкий О.В. Миллиметровые волны и живые системы / О.В. Бецкий, В.В. Кислов, Н.Н. Лебедева. – Москва: Сайнс-Пресс, 2004. – 272 с. 11. Леус Н.Ф. Влияние микроволнового поля на некоторые химические показатели зерна пшеницы и ячменя / Н.Ф. Леус [и др.] // Хранение и переработка зерна. – 2001. – № 1. – С. 41.

УДК 617-7

КУЗЬМИЧ У. С., ЛУКАШЁВА А. В., студенты 3 курса, ФВМ
Научный руководитель **Ковалёнок Н. П.**, магистр образования,
старший преподаватель
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия
ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

РОЛЬ РАДИАЦИОННОГО ФАКТОРА В ФОРМИРОВАНИИ ОСТЕОПОРОЗА И ЕГО ДИАГНОСТИКА

Введение. Общеизвестно, что действие ионизирующего излучения вызывает не только непосредственные биологические эффекты, но и приводит к возникновению негативных последствий облучения, которые могут проявляться после латентного периода в течение всей жизни. Остеопороз является одним из распространенных заболеваний у лиц, принимавших участие в ликвидации аварии на Чернобыльской АЭС [4]. Остеопороз – это хроническое заболевание костей скелета, которое связано с нарушением обмена веществ. Он проявляется прогрессирующим снижением плотности и нарушением структуры костной ткани.

Материалы и методы исследования. В данной работе проведен обзор литературных данных о распространенности остеопороза у ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС и современных методов диагностики остеопороза. Методологию исследования составили эмпирические и теоретические общенаучные методы: контент-анализ, изучение, обобщение, синтез, сравнение.

Результаты исследований. В 1986 г. в результате аварии на Чернобыльской АЭС большое количество людей было подвергнуто относительно кратковременному воздействию (от 2 недель до 6 месяцев) радиационного фактора.

При обследовании ликвидаторов были выявлены частые жалобы на боли в костях и суставах. Клинически заболевания сопровождались развитием переломов, снижением мышечной массы. Боли в позвоночнике появлялись у всех пациентов спустя несколько месяцев после окончания работ в зоне аварии. Заболевание протекало с периодами обострений и ремиссий. Характер болей, их локализация в грудном отделе позвоночника и возможное влияние облучения на метаболизм костной ткани послужили основанием для проведения исследований подтверждающих или опровергающих диагноз остеопороз [4].

Основными характеристиками прочности костной ткани является костная масса, или ее эквивалент – минеральная плотность кости и качество кости. В настоящее время отсутствуют клинические методы оценки качества костной ткани и поэтому для постановки диагноза остеопороз используют минеральную плотность кости [2]. Для диагностики остеопороза использовать стандартную рентгенографию не целесообразно, так как она визуализирует снижение костной массы, когда ее потери составляют более 30-40%.

На сегодняшний день единственным стандартизированным методом диагностики остеопороза является рентгеновская денситометрия (DXA-двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия). Диагностика низкой костной массы основывается на критериях ВОЗ, которые определяют пороговый уровень остеопороза и необходимость специфической терапии [3].

Основное назначение денситометров – определение проекционной минеральной плотности исследуемого участка скелета. Рентгеновская трубка генерирует пучок двухэнергетического излучения, что повышает точность сканирования, получение проекционной минеральной плотности кости. «Мягкая» и «жесткая» составляющие рентгеновского излучения по-разному поглощаются тканями организма. При проведении процедуры происходит вычисление трех составляющих тела: минеральной костной ткани, жировой массы тела и безжировой массы тела. Это разделение необходимо для высокоточного измерения (0,5-1%) минеральной плотности костной ткани [1].

При проведении исследования проводят сравнение с нормой по двум показателям: с нормальной пиковой костной массой (Т-критерием), то есть со средним значением для того возраста, в котором минеральная плотность кости в данном участке скелета достигает максимума, и сравнение с возрастной нормой (Z-критерий), то есть со средним значением минеральной плотности ткани для данного возраста. Результат сравнения представляется в стандартных отклонениях и в процентах к соответствующей норме [3].

Различают центральную (аксиальную) и периферическую костную денситометрию. При проведении центральной денситометрии используют стационарные приборы, выполняющие исследования в области поясничных позвонков и проксимального отдела бедра и, в зависимости от комплектаций имеющие опции для измерения минеральной плотности костей предплечья, оценки деформаций поясничных позвонков в боковой проекции, состава тела, оценки переломов позвонков и др.

Термин периферическая денситометрия используется для описания специального оборудования, с помощью которого можно измерить количество костной массы в периферических отделах скелета: предплечья, пяточной кости и фалангах пальцев [1]. Преимущества периферической денситометрии состоят в том, что приборы для ее проведения портативные, требуют минимального пространства, области проведения исследований удалены от органов чувствительных к радиации и доза облучения минимальна. Однако при этом периферическая денситометрия имеет и свои недостатки: используются разные референсные базы данных, отсутствуют стандартные технологические принципы. Но, не смотря на эти недостатки, периферическая денситометрия может выступать альтернативой центральной денситометрии, например, при проведении скрининговых или передвижных исследовательских программах.

В 1991 году сотрудниками Института диагностики и хирургии РФ было обследовано 49 ликвидаторов в возрасте 26-52 лет и 55 мужчин такого же возраста, не подвергшихся облучению. Для интерпретации полученных данных ликвидаторы были разделены на 2 группы: 1-я группа – 24 ликвидатора, работавших на ЧАЭС в 1986 г., 2-я группа – 25 ликвидаторов, работавших на ЧАЭС в 1987-1989 гг. Минеральная плотность кости в грудных и поясничных позвонках, как по абсолютным значениям, так и по отношению к показателю у здоровых лиц, была достоверно более низкой у ликвидаторов 1-й группы, чем во 2-й. Значения минеральной плотности кости у ликвидаторов обеих групп по абсолютным значениям были достоверно ниже, чем в контрольной группе, при исследовании грудных и поясничных позвонков, где преобладает костная ткань с трабекулярным типом строения. В дистальных отделах лучевой кости (преимущественно кортикальная кость) минеральная плотности кости ликвидаторов и контрольной группы не отличалась. Отсутствие изменений в дистальном отделе лучевой кости недоминантной руки можно объяснить тем, что потеря костной массы в ненагружаемой части скелета выявляется значительно позже. Анализ индивидуальных показателей позволил диагностировать остеопороз у 55% лиц 1-й группы, 38% ликвидаторов 2-й группы и ни одного случая в контрольной группе [4].

В 1993 году были проведены измерения минеральной плотности кости в поясничном отделе позвоночника, проксимальном отделе бедра у 30 ликвидаторов. Первая группа ликвидаторов включала 19 человек (работали в зоне ЧАЭС в 1986 г.), вторая – 11 (в 1987-1989 гг.). В первой группе процент потери костной массы составил около 15%, более 5% потери минеральной плотности кости имели 73% обследованных. Во второй группе так же выявлено снижение минеральной плотности кости в поясничных позвонках, но выраженность остеопении у них меньше, чем у ликвидаторов 1-й группы. В проксимальных отделах бедра и дистальном отделе лучевой кости снижение минеральной плотности кости не выявлено. При этом в поясничных позвонках было выявлено потеря более 5% костной массы у 43% обследованных [4].

Заключение. Полученные данные исследований 1991 и 1993 годов свидетельствуют о высокой частоте остеопороза у ликвидаторов. Анализ полученных данных о низкой минеральной плотности кости в поясничных позвонках и проксимальных отделах бедра у ликвидаторов первой группы, получивших большие дозы радиации, позволяют сделать предположение, что радиационный фактор может играть определенную роль в развитии остеопороза. Полученные данные указывают на необходимость широкого использования костной денситометрии для раннего выявления и оценки эффективности лечения остеопороза, а также проведения эпидемиологических исследований распространенности остеопороза у населения, проживающего на территориях, загрязненных радионуклидами.

Литература: 1. Лесник, Ю. Ф. *Определение показателей (прескрининг) для денситометрического исследования – путь к снижению затрат на диагностику остеопороза* / Ю. Ф. Лесник, О. М. Лесник // *Остеопороз и остеопатия.* – 2002. – №3. – С. 3-20. 2. Яблучанский, Н. И. *Остеопороз. Тихая эпидемия* / Н. И. Яблучанский, Н. В. Лысенко. – Харьков, 2011. – 172 с. 3. *Возможности костной рентгеновской денситометрии в клинической практике* / С. С. Родионова [и др.] // *Остеопороз и остеопатия.* – 2005. – № 1. – С. 41-45. 4. *Эпидемиологические и патогенетические характеристики остеопороза у мужчин, подвергшихся воздействию ионизирующего излучения при ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС* / Л. Е. Сивордова [и др.] // *Современные проблемы науки и образования.* – 2014. – №4. – С. 51-59.

УДК 539.16

ЛАБУН Е.В., 3 курс, ФВМ

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

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия

ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

АТОМНЫЕ БОМБАРДИРОВКИ ХИРОСИМЫ И НАГАСАКИ

Введение. Создание ядерного оружия является одним из самых драматических событий XX века. Единственными в истории человечества примерами боевого применения ядерного оружия являются атомные бомбардировки Хиросимы и Нагасаки (6 и 9 августа 1945 года). Осуществлены Вооружёнными силами США на завершающем этапе Второй мировой войны с целью ускорить капитуляцию Японии в рамках тихоокеанского театра военных действий Второй мировой войны.

Материалы и методы исследований. Материалом исследования послужили научные работы специалистов, связанные с изучением последствий атомных бомбардировок Хиросимы и Нагасаки. Основные методы: теоретический анализ научных источников по исследуемой проблеме, сравнение, обобщение и интерпретация представленных результатов.

Результаты исследований. В 1938 г, в результате экспериментов немецким химикам Отто Хану и Фритцу Страссманну удается разбить атом урана на две приблизительно равных части при помощи бомбардировки урана нейтронами. Британский физик Отто Роберт Фриш (1904-79), объяснил, как при делении ядра атома выделяется энергия. В начале 1939 года французский физик Жолио-Кюри сделал вывод, что возможна цепная реакция, которая приведет к взрыву чудовищной разрушительной силы и что уран может стать источником энергии, как обычное взрывное вещество. Это заключение стало толчком для разработок по созданию ядерного оружия. Европа была накануне Второй мировой войны, и потенциальное обладание таким мощным оружием подталкивало милитаристские круги на скорейшее его создание.

Над созданием атомного оружия трудились физики Германии, Англии, США, Японии. После нападения Японии на США в конце 1941 г. разработки продолжались в США с наибольшим размахом. К исследованиям были привлечены крупнейшие ученые Европы, эмигрировавшие в Америку из оккупированных Германией стран. Этот проект вошел историю как "Manhattan Project". Возглавил его Лесли Гровс.

К лету 1945 года Соединённые Штаты Америки при поддержке Великобритании и Канады в рамках Манхэттенского проекта завершили подготовительные работы по созданию первых действующих образцов ядерного оружия.

10 мая 1945 года в "Пентагоне" собрался комитет по выбору целей для нанесения первых ядерных ударов. Для победного завершения Второй мировой войны необходимо было разгромить Японию – союзника гитлеровской Германии. Комитет рекомендовал в качестве целей для применения атомного оружия Киото (крупнейший индустриальный центр), Хиросиму (центр армейских складов и военный порт), Йокогаму (центр военной промышленности), Кокуру (крупнейший военный арсенал) и Ниигату (военный порт и центр машиностроения). Цели выбирались для достижения максимального психологического эффекта против Японии.

16 июля на полигоне в штате Нью-Мексико было произведено первое в мире успешное испытание атомного оружия. Мощность взрыва составила около 21 килотонны в тротиловом эквиваленте.

25 июля Трумэн одобрил приказ, начиная с 3 августа, бомбить одну из следующих целей: Хиросиму, Кокуру, Ниигату или Нагасаки, так скоро, как позволит погода, а также в будущем — следующие города, по мере поступления бомб.

26 июля правительства США, Великобритании и Китая подписали Потсдамскую декларацию, в которой было изложено требование безоговорочной капитуляции Японии. Атомная бомба в декларации упомянута не была.

Правительство Японии не выразило желания принять ультиматум.

6 августа в 1:45 американский бомбардировщик В-29 несший на борту атомную бомбу «Малыш», взлетел с острова Тиниан. В 08:15 местного вре-

мени В-29, находясь на высоте свыше 9 км, произвёл сброс атомной бомбы на центр Хиросимы.

Находившиеся ближе всего к эпицентру взрыва погибли мгновенно, их тела обратились в уголь, человеческие силуэты оставались на стенах уцелевших домов. Находившиеся вне домов люди описывали ослепляющую вспышку света, с которой одновременно приходила волна удушающего жара. В течение нескольких минут 90% людей, находившихся на расстоянии 800 метров и меньше от эпицентра, умерли. Взрывной волной были выбиты стёкла на расстоянии до 19 км. Многочисленные небольшие пожары, которые одновременно возникли в городе, вскоре объединились в один большой огненный смерч, который захватил свыше 11 км² города, убив всех, кто не успел выбраться в течение первых нескольких минут после взрыва. Сразу, по разным оценкам погибли от 70 до 100 тыс. человек. От последствий взрыва умерли еще десятки тысяч.

Официальное заявление президент США Г. Трумэн сделал 16 ч спустя после применения ядерного оружия против Хиросимы. Только тогда японцы смогли понять, что произошло. Но Япония молчала.

Три дня спустя 9 августа атомная бомба «Толстяк» эквивалентом в 21 тысячу тонн тротила была сброшена на город Нагасаки с высоты 500 метров. Мощность атомного взрыва в Нагасаки была больше, чем в Хиросиме, но разрушительный эффект от взрыва оказался меньше из-за наличия холмов в Нагасаки, а также то, что эпицентр взрыва находился над промзоной — всё это помогло защитить некоторые районы города от последствий взрыва. Тем не менее потери и разрушения были катастрофическими. Согласно отчёту префектуры Нагасаки, «люди и животные погибли почти мгновенно» на расстоянии до 1 км от эпицентра. Почти все дома в радиусе 2 км были разрушены. Лишь 12 % зданий остались неповреждёнными. Сразу после взрыва погибли 74 тысячи человек. К концу года число погибших от ранений и болезней жителей Нагасаки превысило 140 тысяч.

10 августа 1945 года Япония передала союзникам предложение о капитуляции, единственным условием которого было сохранение императора номинальным главой государства. 15 августа 1945 года Япония объявила о своей капитуляции.

Заключение. Оценки человеческих потерь от атак затруднены, так как большое количество людей умерло от последствий ядерных бомбардировок значительно позже. По некоторым данным атомная бомбардировка Хиросимы и Нагасаки унесла порядка 450000 человеческих жизней. В обоих городах подавляющее большинство погибших являлись гражданскими лицами. В обиход даже вошло слово – хибакуся. Так японцы называют тех, кто пострадал от взрывов 1945. К ним также относятся дети, рожденные от облученных женщин.

Роль атомных бомбардировок в капитуляции Японии и их оправданность до сих пор вызывает острые споры. После Второй Мировой войны США оказались единственным государством, обладающим ядерным оружи-

ем, что не устраивало руководства других стран. На данный момент ядерным потенциалом обладают Великобритания, Россия, Китай, Франция, Индия, Пакистан и КНДР.

Осознавая, к каким последствиям привели атомные бомбардировки Хиросимы и Нагасаки мы, как молодое поколение, должны сделать все, чтобы предотвратить повторение тех событий.

*Литература.1. Хиросима и Нагасаки. Трагедия 1945 года [Электронный ресурс] [https://fishki.net/anti/74006-hirosima-i-nagasaki-tra-](https://fishki.net/anti/74006-hirosima-i-nagasaki-tra) (дата обращения 28.04.2022).- 2. Атомные бомбардировки Хиросимы и Нагасаки [Электронный ресурс] // [https://ru.wikipedia.org/wiki/Атомные бомбардировки Хиросимы Нагасаки](https://ru.wikipedia.org/wiki/Атомные_бомбардировки_Хиросимы_Нагасаки) (дата обращения 28.04.2022). - 3. Кузнецов К., Дьяконов Г. Ядерное оружие первого поколения // *Авиация и космонавтика*. 2013. № 5. С. 21-25. – 4. GoldsteinDonald, WengerMichael, DillonKatherine. *Rain of Ruin: A Photographic History of Hiroshima and Nagasaki (America Goes to War)*. Washington, DC: Brassey's, 1995.*

УДК 539.16

ЛАПКОВИЧ А.В., студент 3 курса, ФВМ

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

УО «Витебская ордена «Знака Почёта» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республики Беларусь

СЕМЬЯ КЮРИ

Введение. Целая семья выдающихся ученых оставила след в истории науки и внесла огромный вклад в развитие ядерной физики. Супружеская пара Пьер и Мария Кюри — первые физики, исследовавшие радиоактивность элементов. Ученые стали лауреатами Нобелевской премии по физике за сделанный вклад в развитие науки. После смерти Мария Кюри получила Нобелевскую премию по химии за открытие самостоятельного химического элемента – радия.

Материалы и методы исследования. Материалом исследования послужили эксперименты и опыты братьев Пьера Кюри и Жака Кюри в области, так же исследования Марии Склодовской и Пьера Кюри.

Результаты исследований. Мария Склодовская-Кюри (1867–1934) – талантливейший ученый, мужественный исследователь, первая женщина-физик, удостоенная Нобелевской премии, и первый ученый, удостоенный этой премии дважды.

Пьер Кюри (1859–1906) – выдающийся французский физик, Нобелевский лауреат – родился в Париже. Совместно со старшим братом в 1880 году открыл пьезоэлектрический эффект. С 1890 года Пьер Кюри занимался изучением магнитных свойств веществ при различных температурах. Работая над диссертацией. Кюри в 1894 г. встретился с Марией Склодовской, моло-

дой польской студенткой физического факультета Сорбонны. Они поженились в июле 1895 г.

В 1896 г. Анри Беккерель обнаружил, что урановые соединения испускают глубоко проникающее излучение. Вскоре в исследование нового загадочного явления включились другие исследователи, и прежде всего супруги Пьер и Мария Кюри. Мария Склодовская-Кюри начала исследования радиоактивных явлений в конце 1897 г., избрав изучение этих явлений темой своей докторской диссертации. В апреле 1898 г. была опубликована ее первая статья по радиоактивности. В начале Мария пришла к выводу о том, что из известных элементов радиоактивны только уран, торий и их соединения. Однако вскоре Кюри пришла к гораздо более важному открытию: урановая руда, известная под названием урановой смоляной обманки, испускает более сильное излучение, чем соединения урана и тория, и, по крайней мере, в четыре раза более сильное, чем чистый уран. Кюри высказала предположение, что в урановой смоляной обманке содержится еще не открытый радиоактивный элемент. Весной 1898 г. она сообщила о своей гипотезе и о результатах экспериментов Французской академии наук. В том же 1898 г. Мария и Пьер Кюри объявили об открытии двух новых элементов, которые были названы ими полонием (в честь Польши – родины Марии) и радием. Шведская королевская академия наук присудила супругам Кюри половину Нобелевской премии по физике 1903 г. «в знак признания... их совместных исследований явлений радиации, открытых профессором Анри Беккерелем», с которым они разделили премию.

После радия и полония Мария и Пьер Кюри открыли ряд других радиоактивных элементов. Ученые установили, что все тяжелые элементы, расположенные в нижних клетках таблицы Менделеева, обладают радиоактивными свойствами. В 1906 году Пьер и Мария обнаружили, что радиоактивностью обладает элемент, содержащийся в клетках всех живых существ на Земле — изотоп калия.

13 мая 1906 г первая женщина – лауреат Нобелевской премии становится первой женщиной-профессором знаменитой Сорбонны Она же впервые в мире начала читать курс лекций по радиоактивности. Наконец, в 1911 г. она становится первым ученым дважды лауреатом Нобелевской премии. В этом году она получила Нобелевскую премию по химии.

Работы Пьера и Мари Кюри открыли дорогу исследованиям структуры ядер и привели к современным достижениям в освоении ядерной энергии.

Тяжелое заболевание крови, развившееся в результате длительного действия радиоактивного излучения, привело ее к смерти 4 июля 1934 г. В год ее смерти Ирен и Фредерик Жолио-Кюри открыли искусственную радиоактивность. Славный путь династии Кюри блистательно продолжался.

Весной 1934 г. в «Докладах Парижской академии наук» появилась статья под названием «Новый тип радиоактивности». Ее авторы Ирен Жолио-Кюри и ее муж Фредерик Жолио-Кюри – обнаружили, что бор, магний и алюминий, облученные α -частицами, становятся радиоактивными и при сво-

ем распаде испускают позитроны. Так была открыта искусственная радиоактивность. За это открытие И. и Ф. Жолио-Кюри были удостоены в 1935 г. Нобелевской премии по химии. Именно исследования супругов Жолио-Кюри стали прологом к открытию нейтронов Джеймсом Чедвиком в 1932 году. Результаты, полученные Ирен и Фредериком Жолио-Кюри, открыли новую обширную область для исследований. Их эксперименты показали путь превращения стабильных элементов в радиоактивные, излучающие энергию.

В течение нескольких месяцев были получены более пятидесяти новых радиоактивных элементов, дополнительно к тем тридцати, которые существуют в земной коре. Ф. Жолио-Кюри предсказал процессы, способные привести к выделению громадных запасов атомной энергии. Под руководством Ф. Жолио-Кюри 15 декабря 1948 г. был запущен первый французский ядерный реактор.

Заключение. Открытие радиоактивности оказало огромное влияние на развитие науки и техники и ознаменовало начало эпохи интенсивного изучения свойств и структуры веществ. Новые перспективы, возникшие в энергетике, промышленности, военной области медицине и других областях человеческой деятельности благодаря овладению ядерной энергией, были вызваны к жизни обнаружением способности химических элементов к самопроизвольным превращениям. Однако, наряду с положительными факторами использования свойств радиоактивности в интересах человечества можно привести примеры и негативного их вмешательства в нашу жизнь: ядерное оружие во всех его формах, затонувшие корабли и подводные лодки с атомными двигателями и атомным оружием, захоронение радиоактивных отходов в море и на земле, аварии на атомных электростанциях и др.

Литература: 1. 123 года назад супруги Пьер и Мария Кюри открыли радий. [Электронный ресурс] / Семья Кюри. Режим доступа: <https://scientificrussia.ru/articles/123-goda-nazad-suprug-i-per-i-maria-kuri-otkryli-radij>. 2. Чем прославились супруги Кюри. [Электронный ресурс] / Семья Кюри. Режим доступа: <https://melscience.com/RU-ru/articles/chem-proslavilis-suprugi-kyuri>. 3. Пьер и Мария Кюри / Pier and Marie Curie. [Электронный ресурс] / Семья Кюри. Режим доступа: <https://www.peoples.ru/love/curie/> (дата обращения 30.04.2022) 4. Книга 2. Познание и опыт - путь к современной энергетике Искусственная радиоактивность. [Электронный ресурс] <http://energetika.in.ua/ru/books/book-2/part-4/section-16/16-5/> (дата обращения 30.04.2022). 5. -Лауреаты Нобелевской премии: Энциклопедия: Пер. с англ. – М.: Прогресс, 1992.

УДК 616

ЛОБАРЕВА О.В., НЕГРЕЙ Н.В., студенты 5 курса, ФВМ

Научный руководитель **Журов Д.О.**, канд. вет. наук, ст. преп.

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

ОТКРЫТИЯ УЧЕНЫХ – ЛАУРЕАТОВ НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИИ В ОБЛАСТИ ФИЗИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЫ

Введение. Сегодня у всех на слуху передовые медицинские технологии, которые разработаны учеными по всему миру и успешно функционируют не одно десятилетие, спасая десятки людей. Без некоторых аппаратов инструментальной и функциональной диагностики не обходится в настоящее время работа ни одного медицинского учреждения – повсеместно используются рентген-кабинеты, магнитно-резонансные и компьютерные томографы и др. Важность данных открытий велика, поскольку с их помощью возможно диагностировать самую сложную патологию в организме человека.

Целью работы явилось описание открытий в области физиологии и медицинской радиобиологии учеными, удостоенными за свои открытия высшей научной награды – Нобелевской премии.

Материалы и методы исследований. При выполнении работы использовались методы сбора и анализа данных в доступных источниках по заданной проблеме [1, 2, 3, 4], а также методы обобщения и сравнения полученной информации.

Результаты исследований. В 1946 г. лауреатом Нобелевской премии по физиологии и медицине лауреат признан Мёллер Герман Джозеф. В 1926 г. Мёллер обнаружил, что рентгеновские лучи увеличивают скорость мутации в полученном им маркированном виде в сотни и тысячи раз по сравнению с нормой. Открытие, согласно которому наследственность и эволюция могут преднамеренно изменяться в лабораторных условиях, вызвало сенсацию. После сообщения о его исследованиях в журнале «Science» в 1927 г. Мёллер внезапно стал известным. К 1928 г. его результаты были подтверждены с использованием других модельных организмов – ос и кукурузы. После этого учёный начал кампанию о возможной опасности радиационного облучения, например, у врачей-рентгенологов.

В 1977 г. Нобелевскую премию по медицине получила Розалин Сасмен Ялоу. В сотрудничестве с Соломоном Берсоном она участвовала в разработке метода радиоизотопного определения биологических составляющих крови. Изначально они разработали метод исключительно чувствительного детектирования инсулина в плазме крови человека. Разработанный радиоиммунологический метод предназначен для количественного определения *invitro* гормонов, ферментов, лекарственных препаратов в биологических жидкостях и основан на конкурентном связывании таких веществ, находящихся в полученном от пациента биологическом материале, и аналогичных им меченных радионуклидом веществ, входящих в состав реактива (и те и другие чаще всего являются антигенами), со специфическими к ним антителами. Так как меченый антиген добавляют в определённом количестве, можно определить, какая часть его связалась с антителами и какая осталась несвязанной в результате конкуренции с определяемым неактивным антигеном.

Компьютерная томография (КТ) – это метод послойного исследования внутренней структуры объекта, был предложен в 1972 г. Годфри Хаунсфилдом и Алланом Кормаком, удостоенными за свою разработку Нобелевской премии. Метод основан на измерении и сложной компьютерной обработке разности ослабления рентгеновского излучения различными по плотности тканями. Для визуальной и количественной оценки плотности визуализируемых методом КТ структур используется шкала ослабления рентгеновского излучения, получившая название шкалы Хаунсфилда (ее визуальным отражением на мониторе аппарата является чёрно-белый спектр изображения). Диапазон единиц шкалы («денситометрических показателей»), соответствующих степени ослабления рентгеновского излучения анатомическими структурами организма, составляет от -1024 до $+3071$, т. е. 4096 чисел ослабления. Средний показатель в шкале Хаунсфилда (0 HU) соответствует плотности воды, отрицательные величины шкалы соответствуют воздуху и жировой ткани, положительные – мягким тканям, костной ткани и более плотному веществу (металлу).

В 1946 г. Феликс Блох из Стенфордского университета и Эдвард Парселл из Гарвардского университета независимо друг от друга открыли явление ядерного магнитного резонанса. В 1952 г. оба они были удостоены Нобелевской премии по физике «за развитие новых методов для точных ядерных магнитных измерений и связанные с этим открытия». В период с 1950 по 1970 гг. ЯМР развивался и использовался для химического и физического молекулярного анализа. В 1972 г. прошел клинические испытания первый компьютерный томограф (КТ), основанный на рентгеновском излучении. Эта дата стала важной вехой в истории МРТ, так как показала, что медицинские учреждения были готовы тратить большие суммы денег на оборудование для визуализации. Годом основания магнитно-резонансной томографии принято считать 1973 г., когда профессор химии и радиологии из Нью-Йоркского университета имени Стони Брук – Пол Лотербур, опубликовал в журнале «Nature» статью «Создание изображения с помощью индуцированного локального взаимодействия: примеры на основе магнитного резонанса», в которой были представлены трехмерные изображения объектов, полученные по спектрам протонного магнитного резонанса воды из этих объектов. Эта работа и легла в основу метода магнитной резонансной томографии (МРТ). Позже доктор Питер Мэнсфилд усовершенствовал математические алгоритмы получения изображения. Оба они были удостоены Нобелевской премии в 2003 г. в области физиологии и медицины за решающий вклад в изобретение и развитие метода магнитной резонансной томографии. Магнитно-резонансная томография (МРТ) является методом отображения, который используется в медицинских установках, для получения высококачественных изображений органов человеческого тела. В основе метода лежат принципы ядерно-магнитного резонанса (ЯМР), метод спектроскопии, который используется учеными для получения сведений о химических и физических свойствах молекул. Но, не смотря на свое основание, метод распространился под названи-

ем магнитно-резонансной томографии – МРТ, а не ядерно-магнитной резонансной томографии – ЯМРТ, и причиной тому послужили негативные ассоциации со словом «ядерный», возникшие в связи с трагическими событиями в Хиросиме и Нагасаки, аварией на Чернобыльской АЭС. Термин ЯМРТ был заменён на МРТ. В новом термине исчезло указание на «ядерность» происхождения метода, что и позволило ему вполне безболезненно влиться в повседневную медицинскую практику.

Заключение. Таким образом, описанные в работе данные из истории медицины, свидетельствуют о важности открытий для диагностики ряда заболеваний. Постоянное совершенствование разработанных методов и оборудования решают важнейшую задачу медицины – спасение жизни человека.

Литератур: 1. Гончаров, Н. П. Памяти лауреата Нобелевской премии по физиологии и медицине за 1977 г. д-ра Rosalyn Yalow (Розалин Ялоу) / Н. П. Гончаров // Проблемы эндокринологии. – 2013. – Т. 59. – № 1. – С. 70-72. 2. Карякин, О. Б. Ирен Жолио-Кюри, Фредерик Жолио-Кюри / О. Б. Карякин // Онкоурология. – 2021. – Т. 17. – № 3. – С. 165-168. – DOI 10.17650/1726-9776-2021-17-3-165-168. 3. Мельник, Н. А. Жизнь и деятельность Марии Кюри и ее вклад в развитие ядерной медицины / Н. А. Мельник // Вестник Кольского научного центра РАН. – 2017. – Т. 9. – № 4. – С. 98-112. 4. Список лауреатов Нобелевской премии по физиологии или медицине.

УДК 576.895.42(476.4-37)

ЛУКЬЯНОВА С.С., 1 курс, лечебный факультет

Научный руководитель **Протасовицкая Р.Н.**, канд. вет. наук, доцент

УО «Гомельский государственный медицинский университет»

г. Гомель, Республика Беларусь

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ИКСОДОВЫХ КЛЕЩЕЙ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД В КОСТЮКОВИЧЕСКОМ РАЙОНЕ, ТЕРРИТОРИЯ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Введение. Иксодовые клещи распространены на территории Республики Беларусь с умеренно-континентальным климатом. В разных природно-климатических зонах численность и сезонный ход активности иксодовых клещей имеют более или менее устойчивый и закономерный характер. Колебания численности клещей существенно влияют на интенсивность эпизоотологического процесса в очагах. При высокой активности клещей увеличивается степень риска заболевания людей и сельскохозяйственных животных клещевыми инфекциями. Вспышки некоторых трансмиссивных болезней находятся в прямой зависимости от численности основных переносчиков в природе [1].

Для Республики Беларусь – *Ixodes ricinus* (лесной клещ) является переносчиком болезни Лайма. Иксодовый клещ в своем развитии проходит ряд стадий (яйцо-личинка – нимфа – взрослая особь), каждая стадия занимает в среднем год. Инфекционными (т.е. содержащими возбудитель ЛБ) для чело-

века являются нимфы и взрослые особи. Нимфы характеризуются малыми размерами по сравнению со взрослой особью клеща, что может объяснять частое отрицание пациентами с развившейся клещевой инфекцией присасываний клещей в анамнезе [2. С. 65].

Членистоногие не любят сухую и жаркую погоду. Идеальная температура для комфорта паразитов до 21°C, причем обязательна повышенная влажность – 55 % и выше. Если летом практически нет осадков и очень жарко, вероятность встретить клеща снижается (но не исключается). В такую погоду они предпочитают прятаться во влажных тенистых местах, всевозможных оврагах и щелях. Большие популяции водятся в смешанных и лиственных лесах, здесь условия для развития и размножения идеальные.

В холодное время клещи впадают в анабиоз и после зимовки они смогут проснуться и вновь нападать на людей и животных. После зимы клещи начинают просыпаться при прогревании воздуха до +1...+3°C, а активными становятся при +10°C. Соответственно, клещевой сезон в разных местах начинается в разное время. Все зависит от погодных условий: где-то паразиты начнут атаковать в марте, где-то в апреле [3].

Цель исследования являлось определение динамики активности и распространения иксодового клеща на территории Костюковического района в зависимости от изменения температуры в летний период 2017-2021 годов.

Материал и методы исследования.

Для определения динамики численности иксодовых клещей и зависимость их распространения от температуры проводилось статистическое исследование: анализ обращений населения за медицинской помощью по поводу укусов клеща, согласно данным Костюковического центра гигиены и эпидемиологии в период 2017-2021 годов [4].

Результаты исследования и их обсуждение

Исходя из отчетной документации Костюковического районного центра гигиены и эпидемиологии [5], с 2017 по 2021 год количество обращений уменьшилось на 23,7%, то есть в 2017 году было выявлено 207 человек, пострадавших от клеща, а в 2021 – 49.

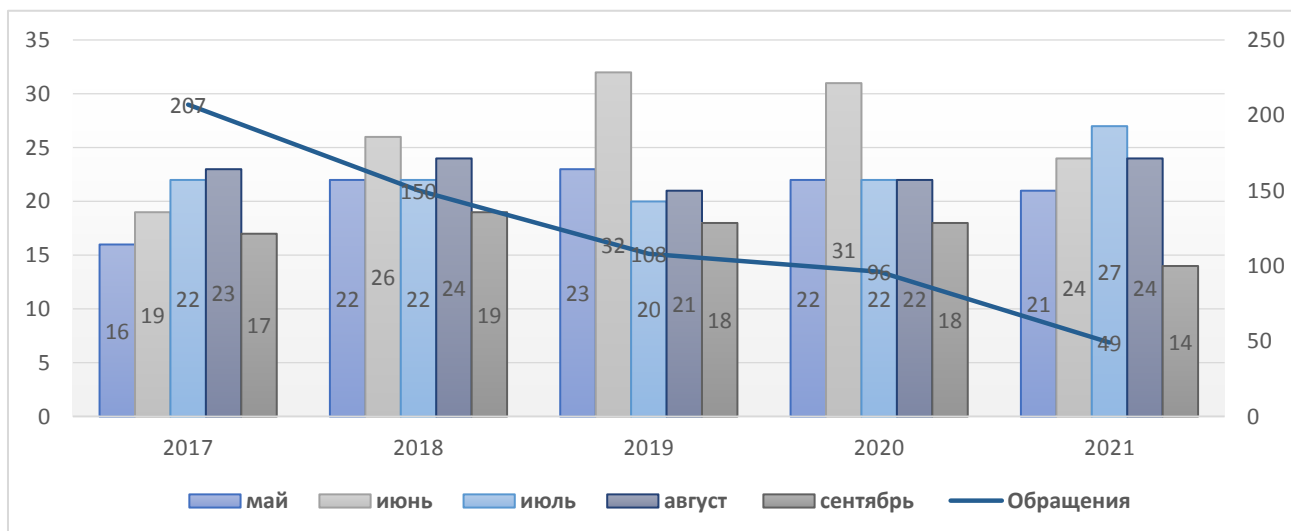


Рисунок 1 — Температурный диапазон и обращения в ЦГЭ

Увеличение средней температуры на пике активности клеща май-июнь и статистика случаев заболеваемости представлено на рисунке 1.

В 2017 году было зарегистрировано самое большое количество пострадавших от клеща. На тот момент средняя температура летом варьировала от 16 до 23°C и количество осадков было повышенным [6]. В 2018 году количество осадков значительно уменьшилось в первые месяцы (май, июнь), и температура увеличилась 22-26°C. В 2019 году высокая температура 23-32°C и низкая влажность отрицательно сказались на активности клещей. В 2020 году выявлено более частое проявление кратковременных дождей, которые не оказали большого влияния на повышение влажности воздуха, также поддерживалась высокая температура от 22-31°C в течение дня, что не давало клещам возможности выходить из своих убежищ. В этом же году в организации здравоохранения района с укусами клещей обратилось 96 человек, что на 11,1 % меньше, чем в 2019 г. (2019г - 108).

По данным Костюковического районного центра гигиены и эпидемиологии профилактическое лечение назначено 94 пострадавшим от укуса клещей или 97,9% (2019г. – 99,0%). Городское население составило 69 случаев – 71,9%, сельское – 27 случаев – 28,1%, (2019 году городское население составило 79 случаев – 73,1 %, сельское – 29 случаев – 26,9%). Из пострадавших детского населения до 18 лет в 2020 году составило 39 случаев – 41,5%, (2019 году – 36 случаев – 33,3%) [5]. Случаи укуса клеща на разных территориях приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Территориальное распределение случаев обнаружения клещей

Территория (место обитания клещей)	Обращения населения	
	случаи укуса	%
Сельская местность	33	34
Лес	26	27,1
Территория города	16	16,7
Дачи	10	10,4
Зоны отдыха	1	1
Территории кладбищ	3	2,1
Не установлено	5	5,2
Территории вне района	3	3,1

В 2021 году количество осадков незначительно уменьшилось, и температура воздуха осталась примерно в таких же диапазонах, как и в прошлом 2020 году.

Вывод. На основании результатов исследования за 2017-2021 год можно сделать вывод: повышение комфортной для иксодовых клещей температуры (21°C) в течение пяти лет, привело к уменьшению их активности и последующему уменьшению обращений населения по укусам клещей в медицинские учреждения на территории Костюковического района (2017г. – 207 человек, 2021г. – 49 человек)

Литература: 1. Арахноэнтомозные болезни животных: монография / А. И. Ятусевич [и др.]. – Витебск: ВГАВМ, 2019. – 304 с. 2. Карпов И.А., Соловей Н.В., Анисько Л.А., Щерба В.В., Данилов Д.Е Лаймборрелиоз: вопросы диагностики и рациональной этиотропной терапии // Клиническая инфектология и паразитология. 2015. № 3 (14). С. 64–78. 3. Активность клещей в осенний период: опасность второй волны [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://клещ.рус/articles/aktivnost-kleshhej-v-osennij-period-opasnost-vtoroj-volny/#i-4>. – Дата доступа: 13.03 2022. 4. Как нужно себя вести для того, чтобы предотвратить укус клеща [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kostukovich.cge.by/news/368>. – Дата доступа: 15.03 2022. 5. Обращаемость населения района по местам укуса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kostukovich.cge.by/news/968>. – Дата доступа: 15.03 2022. 6. Погода по месяцам в Костюковичах в 2017 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://world-weather.ru/pogoda/belarus/kostukovich/2017/>. – Дата доступа: 13.03 2022

УДК 615.849

МАСЛОВСКАЯ Т. А., студент (3 курс, факультет ветеринарной медицины)
Научный руководитель **Шагако Н. М.**, магистр, ассистент
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия
ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕРВЕНЦИОННОЙ РАДИОЛОГИИ

Введение. Интервенционная радиология является субдисциплиной радиологии, включает в себя способы лечения различных заболеваний путем использования чрескожных доступов, катетеров и других малотравматичных инструментов, без общего наркоза

Материалы и методы исследования. Теоретический анализ, синтез и обобщение источников отечественных и зарубежных авторов: периодическая литература, сборники материалов конференций и научных статей.

Результаты исследований. Интервенционная радиология – раздел медицинской радиологии, разрабатывающий научные основы и клиническое применение лечебных и диагностических манипуляций, осуществляемых под контролем лучевого исследования [6].

Своим возникновением интервенционная радиология обязана, с одной стороны, практическим врачам: хирургам и рентгенологам, искавшим средства для диагностики заболеваний сердца, сосудов, мозга, а с другой, терапевтам, разрабатывающим новые методы для оценки состояния систем органов [4].

Значительный вклад в развитие этого направления внесли французские врачи, невропатолог J. Sicard и терапевт J. Foristier в 1923 году, они ввели в локтевую вену 4 см³ рентгеноконтрастного вещества липиодола и проследили

его прохождение по венам вплоть до правых полостей сердца и легочной артерии. Применяемые в то время вещества обладали выраженным негативным воздействием на стенки сосудов, вызывали воспалительные реакции с развитием некроза тканей, провоцировали образование тромбов. Используемый W. Lohr и W. Jacobi в 1931 году торотраст, препарат на основе радиоактивного тория, задерживаясь в организме, оказывал канцерогенное воздействие [8].

Отцом интервенционной радиологии, по праву, считается Ch. Dotter, который в 1963 году на Конгрессе в Чехословакии впервые высказал идею о высоком терапевтическом потенциале ангиографической технологии в области сосудистой радиологии [7]. Термин «Интервенционная радиология» впервые предложил сербско-американский врач А. Margulis в 1967 году [9].

Технический прогресс, создание принципиально новой аппаратуры и усовершенствование инструментария позволили кардинально расширить сферу применения методов интервенционной радиологии [4]. Технология интервенционных вмешательств базируется на использовании электронно-оптических преобразователей, рентгенотелевизионных устройств, цифровой (дигитальной) радиографии, приспособлений для скоростной рентгеновской съемки, рентгенокинематографии, видеоманитной записи, приборов для ультразвукового и радионуклидного сканирования.

В практике интервенционного радиолога имеется широкий спектр различных вмешательств, которые, основываясь на поставленных задачах, условно можно объединить в следующие группы:

- 1) диагностические и лечебно-диагностические вмешательства;
- 2) технологии специального лечения;
- 3) методики симптоматического лечения.

С технико-методологической точки зрения, интервенционные методы подразделяются на 3 большие группы: внесосудистые, внутрисосудистые, гибридные [2].

Внесосудистые вмешательства включают в себя пункционные методики, окклюзию патологических соустьев, а также методики, направленные на восстановление проходимости полых органов и трубчатых анатомических структур.

Внутрисосудистые методики используются для извлечения инородных предметов из просвета сосудов, для диагностики и лечения различных сосудистых аномалий (шунтов) внутренних органов и конечностей, центральных и периферических тромбозов, болезней сердца и его клапанов [2]. С помощью данного метода можно остановить кровотечение, закупоривая кровоточащие сосуды изнутри, с меньшим количеством осложнений и исключением повторного оперативного вмешательства.

Для контрастирования, при проведении внутрисосудистых методик, используются йодсодержащие контрастные агенты, которые можно разделить на ионные и неионные. Группа неионных мономеров занимает особое место среди современных рентгеноконтрастных средств. Низкая осмоляр-

ность и вязкость, электрическая нейтральность и наибольшее содержание йода этих препаратов обеспечивают наилучшую диагностическую эффективность при минимальном риске побочных реакций [5].

Гибридные технологии заключаются как в формировании, так и в разобщении искусственных и патологических соустьев; в использовании различных видов интервенционных вмешательств под сочетанным эндоскопическим и лучевым контролем [1]. Применение данных методик в эндоскопии позволяет провести практически безболезненное стентирование полых органов через естественные отверстия (уретры, мочеточников, трахеи), что в свою очередь значительно сокращает послеоперационный период восстановления [5].

В настоящее время в ветеринарии и медицине используется широкий спектр высокоэффективных малоинвазивных технологий различной направленности – при помощи сканеров, магнитно-резонансной томографии или ультразвука врач достигает опухолей с помощью зондов [3]. Смысл операции заключается в том, чтобы найти опухоль и ввести зонд для ее уничтожения. Для этих целей используется тепло, излучаемое радиочастотами, или микроволны – опухоль сжигается внутри; при температуреравной -80°C – жидкость замерзает, и клетки разрываются.

При использовании интервенционной радиологии доступ к частям тела осуществляется через естественные полости или сосуды, что позволяет без разрезов, прицельно (непосредственно в сосуд, питающий опухоль) сначала ввести химиотерапевтический препарат, а затем и эмболизирующий агент, чтобы ограничить кровоток опухоли, что особенно актуально при новообразованиях, которые невозможно подвергнуть резекции. Данная методика называется радиоэмболизация, которая нашла свое применение в онкологии, в частности при новообразованиях печени, предстательной железы и мочевого пузыря, а также носовой полости.

Заключение. Интервенционная радиология позволяет решать максимально эффективно и минимально травматично различные диагностические и лечебные вопросы. Являясь настоящим дополнением к хирургии, она предлагает новые решения при определенных патологиях, которые ранее были невозможны. По сравнению с открытыми хирургическими вмешательствами, малоинвазивные процедуры менее болезненны, снижают риск инфицирования и имеют более короткие периоды восстановления.

Литература: 1. Гринхальх, Т. Основы доказательной медицины: учебное пособие для студентов мед.вузов: пер. с англ. / Т. Гринхальх. – Москва : ГЭОТАР-МЕД, 2004. – 240 с. 2. Долгушин, Б.И. Интервенционная радиология в онкологии: история развития и современное состояние проблемы / Б.И. Долгушин // Практическая онкология. – Санкт-Петербург : Центр ТОММ, 2015. – Т.16 – №4 – С. 119-130.3. Долгушин, Б. И. Радиочастотная термоабляция опухолей / Б. И. Долгушин, Ю. И. Патютко, В.Н.Шолохов // Под ред. М.И. Давыдова. – М.: Практическая медицина, 2015. – С. 192-194.

4. Дударев, В. С. Современная интервенционная радиология / В. С. Дударев, В. В. Акинфеев // *Новости лучевой диагностики.* – 1997. – №1 – С. 26-27.5. Кондрашов, И. А. Неионные низкоосмолярные мономерные йодированные рентгеноконтрастные средства: некоторые аспекты использования при проведении компьютерной томографии у детей / И. А. Кондрашов, В. Мандал // *Медицинская визуализация*, 2017. – С. 118-129.6. Линденбратеи, Л. Д. *Медицинская радиология (основы лучевой диагностики и лучевой терапии)* / Л. Д. Линденбратеи, И. П. Королюк // Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицина, 2000. – 672 с.7. Dotter, C.T. Transluminal treatment of arteriosclerotic obstruction: description of a new technic and a preliminary report of its application / C. T. Dotter, M. P. Judkins // *Circulation.* – 1964. – Vol. 30. – P. 654-670. 8. Lohr, W. Die kombinierte Encephal-Arteriographie, ihre Technik und ihre Gefahren / W. Lohr, W. Jacobi // *Chirurg.* – 1993. – P. 81-90. 9. Margulis, A. R. *Interventional diagnostic radiology – a new subspecialty (Editorial)* / A. R. Margulis // *AJR Am J. – Roentgenol.* – 1967. – Vol. 99. – P. 761-762.

УДК 619:614. 876

РУДИНСКАЯ А.В., студентка 3 курса факультета ветеринарной медицины
Научный руководитель **Клименков К.П.**, канд. вет. наук, доцент
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия
ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

СОДЕРЖАНИЕ ЦЕЗИЯ-137 В МОЛОКЕ

Введение. Продукты животноводства, в первую очередь молоко и мясо, являются важной составляющей пищевых цепочек. При высоких уровнях радиоактивного загрязнения территории затруднительно получить доброкачественное молочное сырье пригодное как для непосредственного употребления, так и для последующей переработки. В регионах с повышенным содержанием радиоактивных веществ возможно получение допустимого по радиоактивным показателям молока при условиях кормления коров «чистыми» кормами, или при добавлении в их рацион специальных сорбентов для связывания радионуклидов и их выведения.

Материалы и методы исследований. Проведены исследования молока разных производителей из торговой сети Республики Беларусь. На кафедре радиологии и биофизики УО ВГАВМ проверено в октябре-декабре 2021 года 15 проб молока и 3 пробы молока в марте 2022 года разных производителей и разной жирности на содержание в них по активности цезия-137. Исследования проб проведены инструментальным экспресс-методом на приборе РКГ-АТ 1320 в соответствии с действующей методикой.

Проанализированы общие сведения о загрязнении молока общественного сектора из ряда хозяйств Брагинского и Хойникского районов Гомельской области.

Результаты исследований. Активность цезия-137 в 3 исследуемых пробах молока 2022 года составила: 18,62 Бк/л (производитель Могилевская

молочная компания «Бабушкина крынка»); 13,15 Бк/л и 25,49 Бк/л (Витебское молоко). Таким образом, превышения содержания цезия-137 в пробах молока было выявлено в соответствии с действующими нормативами (100 Бк/л). Не было отмечено превышения активности радионуклида в 15 пробах молока, исследованных в 2021 году. Содержание в них цезия-137 по активности составляло от <3,7 до 18,6 Бк/л.

По данным ветеринарной радиологической службы на одной из молочных ферм в КСУП «Братство» Хойникского района активность цезия-137 в 2-х пробах молока составила $6,67 \pm 2,51$ и $< 5,93$ Бк/л, а в ОАО «Брагинка» Брагинского района соответственно $28,02 \pm 6,77$ и $11 \pm 3,22$ Бк/л, что значительно ниже нормативного уровня. Полученные активности в молоке различаются в пределах одной фермы хозяйств, что определяется сезоном отбора проб по периодам содержания животных и уровнем активности цезия-137 в рационах кормления животных и применением сорбентов.

Заключение. Молоко, являясь одним из значимых видов в рационе питания человека, служит и поставщиком аварийного цезия-137 в организм. Необходимо совершенствовать защитные мероприятия, с целью достижения минимизации содержания радионуклида цезия-137 в молоке.

Литература: 1. Методы измерения активности радионуклидов : учебно-методическое пособие для студентов по специальности 1-74 03 02 «Ветеринарная медицина» / Е.Л. Братушкина [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2015. – 32с.

УДК 539.16

САВЕНКО Н.А., студент 4 курса факультета ветеринарной медицины
Научный руководитель **Журов Д.О.**, канд. вет. наук, ст. преп.
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия
ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

ОТРАЖЕНИЕ МИРНОГО АТОМА И ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ В МАССОВОЙ КУЛЬТУРЕ

Введение. Тема ядерной энергетики и атомной промышленности – неотъемлемая часть мировой культуры. Литература, кинематограф, скульптура, архитектура, живопись и даже музыка творчески осваивают эту тему уже больше века [1, 2]. Авторы публикации попытались описать произведения искусства, которые отражают очень разное восприятие данной проблемы.

Материалы и методы исследований. При написании публикации использовались методы анализа, обобщения и сравнения.

Результаты исследований. Тема атомной энергии в литературе раскрыта в полном объеме отечественными и зарубежными писателями. В 1913 г. Герберт Уэллс написал роман-утопию «Освобождённый мир», в котором

предсказал, что человечество овладеет силой атома и даже создаст транспорт с атомным двигателем и ядерное оружие. Уэллс предположил, что с атомным оружием в руках человечество будет обречено либо вернуться к истокам в «сельскохозяйственное варварство», либо принять достижения науки как основы нового общественного порядка.

В романе «Мечтают ли андроиды об электроовцах?» (1968) Филип Дик описал мир после глобального ядерного конфликта. На Земле радиация почти уничтожила всё живое, уцелевшие люди переселились на другие планеты, а дома остались те, кто уже заражён и не должен нести мутировавшие гены в новый мир. По сути, этот роман поставил острые этические вопросы о человечности и насилии, милосердии и массовом сознании.

Тревогой за судьбу народа и родного края наполнены страницы «Злой звезды» – романа белорусского писателя Ивана Шамякина, в котором отражена трагедия Чернобыля и ее последствия. Это произведение написано со страстной публицистичностью, ярко выраженным гуманистическим пафосом. То же самое можно сказать и о повести «Зона повышенной радиации», посвященной чернобыльской теме. Произведение написано от первого лица, как исповедь человека, который, пережив глубокие страдания, приходит к пониманию жизни как большой и непреходящей ценности.

Повесть другого белорусского писателя – Василя Быкова «Волчья яма» повествует о трагической судьбе бомжа и солдата-дезертира, которая переплетается с реалиями жизни Беларуси в очень беспокойное время. Чернобыльская зона, процветающий бандитизм, суровая дедовщина в армии, месть, одиночество. Герои повести могли бы остаться там, где они были до того как решили скрываться ото всех в чернобыльской зоне, но выбрали свободу, настоящую свободу от общества, предрассудков, несправедливости. И вместе с волей были обречены на гибель от атома, который даже не виден глазу, что делает его коварным и непобедимым противником.

Достаточно обширно тема атомной энергии и катастрофы с ее участием представлена в кинематографе. В советском фильме «Девять дней одного года» (1962) показана жизнь ученого-атомщика. Эта картина прекрасно запечатлела время, когда вера в прогресс была сильнее страхов и чувства самосохранения, а будущее виделось оптимистичным и разумным. Конечно, есть и другие фильмы об освоении атома, например «Выбор цели» (1974), где Игоря Курчатова сыграл С. Бондарчук. Хотя по нашему мнению одним из самых интересных фильмов на данную тему, стала биографическая картина «Опасный элемент» (2019), показывающая непростую жизнь дважды Нобелевского Лауреата Марии Складовской-Кюри.

Ядерная травма 1945 г. переживается японцами до сих пор. Яркое тому доказательство – творчество самого успешного японского художника Такаси Мураками. Главный «ядерный герой» Такаси – это Тайм Бокан, скелет в форме ядерного облака.

В 1965 г., к 20-летней годовщине американской бомбардировки Хиросимы и Нагасаки, Энди Уорхол создал полотно «Атомная бомба», которое

является частью серии «Смерть и катастрофа». Художник использовал трафарет, повторив ядерный гриб 28 раз. Причём каждое следующее изображение темнее предыдущего, красный цвет постепенно уступает место черному. Поэтому «Атомную бомбу» можно трактовать как банальность глобальной катастрофы: страшна смерть отдельных людей, а когда погибнет все и всё, уже ничто не имеет значения.

Главной достопримечательностью Брюсселя является 102-метровое здание «Атомиум» – самая нестандартная постройка Бельгии. Конструкция состоит из 9 сфер, соединённых 20 трубами, и была задумана как символ мирного атома и наступления атомного века.

Памятник «Nuclear Energy», посвященный первой цепной ядерной реакции установлен в «Чикагской поленице-1» – знаменитом реакторе Энрико Ферми. Скульптор-модернист Генри Мурухотел передать двойственный характер ядерной энергии: верхняя часть бронзовой скульптуры похожа на гриб от взрыва или череп, а нижняя – на храм, защищающий людей.

Во Франции в 2005 г. на одной из градирен появилось граффити «Водолей», символизирующее гармонию воды и воздуха и экологичность атомной энергетики. Гигантский рисунок был создан 9 альпинистами под руководством художника Жан-Мари Пьера. Работа заняла 8 тысяч рабочих часов с расходом более 4 тысяч литров краски. Изящная задумка с нарисованными облаками, переходящими в настоящий пар из градирни, и сегодня привлекают туристов.

В 1967 г. в СССР перед Курчатовским институтом была установлена 13-метровая кинетическая скульптура «Атом». Подвешенная сфера приводилась в движение дуновением ветра, а в качестве фона звучала композиция Льва Термена. Сама скульптура в настоящее время утрачена.

Следует отметить также и небольшие работы на данную тематику. Например, на стене проходной Института ядерных исследований НАН Украины в Киеве расположено мозаичное панно «Кузнецы современности» творческого союза Г. Зубченко и Г. Пришедько. В ноябре 2018 г. в белорусском Островце появилась скульптура «Мирный атом». А в январе 2021 г. Белоярская АЭС совместно с одним из проектов представила граффити размером с пятиэтажный дом в центре Екатеринбурга. Картина, посвящённая мирному атому, создавалась больше месяца в условиях суровых уральских морозов.

Очень широко проблема Чернобыля представлена в живописи. К слову, в Беларуси издан каталог картин белорусских художников под названием «Боль, нарисованная кистью», включающий работы М. Савицкого, В. Шматова, Г. Ващенко и др. Гобелен ручной работы художника А. Кирищенко, посвящённый памяти о трагедии в Чернобыле, подарен ООН. При этом в 2021 г. в Минске во Дворце искусств прошёл проект «35 гадоўпад знакам «Ч», посвященный чернобыльской катастрофе.

Не обошла тема ядерной катастрофы и музыку. «A Thousand Suns» (2010) – четвёртый студийный всемирной известной американской рок-группы Linkin Park, который посвящён человеческим страхам, в

частности – ядерной войне. А город Чернобыль мы можем наблюдать в клипе Pink Floyd – «Marooned».

Стэн Ли и его соавторы из «Marvel Comics» создали оригинальную серию комиксов на тему радиации, из-за которой обычные люди стали супергероями, а сама радиация для десятков миллионов подростков перестала быть синонимом смерти. Главные супергерои комиксов – Человек-паук и Халк получили свои сверх способности именно благодаря радиации.

Символ атома также отражен и в геральдике. Обычно атом изображается согласно упрощенному графическому изображению модели Бора-Резерфорда – в виде точки или безанта. Примерами могут послужить гербы следующих населенных пунктов: Сен-Вюльба (Франция), Энергодар и Нетешин (Украина), Озёрск (Челябинская область), Заречный (Свердловская область), Удомля (Тверская область), Серпухов и Макеевка.

Заключение. Как показывают результаты исследований, проблема ядерной промышленности, радиоактивности, ядерной катастрофы и безопасности использования полученной энергии широко представлена в мировой массовой культуре. В основу того или иного художественного жанра положена чаще негативная сторона использования ядерной энергии. Обращение представителей культуры к данной теме является своеобразным вызовом и очередным напоминанием обществу о страшных последствиях, к которым привели подобные техногенные катастрофы в истории человечества.

Литература. 1. Атом в искусстве. Режим доступа: <https://myatom.ru/enciclopedia/33960/>. Дата доступа: 22.04.2022 г. 2. Postanauka: что такое «ядерное искусство» и как атомная энергия стала частью поп-культуры. Режим доступа: <https://postamagazine.ru/article/atomic-culture-highlights/>. Дата доступа: 22.04.2022 г.

УДК 631.145.145:614.876

СИНКЕВИЧ О.М., студентка 2 курса, ФВМ

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

ШУЛЬГА Л.В., канд с.-х. наук, доцент.

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

ВЛИЯНИЕ РАДИАЦИИ НА ОРГАНИЗМ ЖИВОТНЫХ

Введение. Впервые вся наша планета заговорила о радиации как о невидимом злейшем враге живого в 1986 году, когда произошла авария на одном из энергоблоков Чернобыльской АЭС. Тогда радиационной волной накрыло приблизительно 1,8 млн. га земной поверхности, свыше 200 тыс. из которых были изъяты из производственного использования. Бывшие советские республики – Беларусь, Россия и Украина, приняли на себя главный удар от радиоактивного заражения. В России приблизительно 1% территории пострадал от аварии, в Украине – около 5%. В Республике

Беларусь пятая часть земель получила высочайшие концентрации радионуклидов, обусловив радиационную опасность каждому пятому ее жителю.

Сельскохозяйственная фауна и радиобиологический эффект. Механизм действия радиации на организмы животных, как диких, так и одомашненных человеком, практически сходен с влиянием на человеческий организм. На характер радиобиологического эффекта влияет взаимное пространственное положение источника выбросов и организма реципиента радиации, доза облучения и ее распределение во временном промежутке, между органами и тканями облучаемого, ну и, непосредственно, сам вид излучения. В зависимости от пространственного расположения источника излучения к живому объекту различают внешнее, когда источник радиации находится во внешней по отношению к организму среде, внутреннее, когда радиоизотопы, попадая в живой объект, начинают облучать его изнутри, и комбинированное, созданное комплексным действием внешнего и внутреннего облучения.

Пути поступления в организм животных радиоизотопов различны. Их можно классифицировать следующим образом:

- ингаляционный – вместе с атмосферным воздухом;
- пероральный – с водой и кормами;
- перкутанный – через кожно-волосистой покров;
- через слизистые оболочки;
- через раневые поверхности.

В организм крупного рогатого скота главным путем для проникновения радиации является желудочно-кишечный тракт, а потом уже легкие и кожа. Проникнув одним из возможных способов, радионуклиды соответственно своим физико-химическим свойствам, распределяются дальше в организме. И оно может быть равномерным, охватывающим практически все органы и ткани, или же органотропным, тяготеющим к определенным тканям и органам.

Весь процесс действия радиации на биологические объекты можно разбить на такие стадии:

- стадия начала первичных явлений физической природы.
- стадия радиационно-химических процессов.
- стадия начала биологических превращений.

На первом этапе кванты энергии радиационного воздействия передаются элементарным частицам той поверхности или среды, куда они попали, что приводит к их ионизации.

Второй этап сопровождается поглощением энергии молекулами клеток, что сопровождается образованием свободных радикалов, участвующих в окислительно-восстановительных процессах клеток.

Третий этап характеризуется завершением предыдущих воздействий и проявляется через биологические реакции организмов животных в виде прямых и косвенных поражений. Все возможные биологические эффекты дей-

ствия радиации на домашнюю фауну можно разделить на две группы по срокам наступления:

- ближайšie прямые;
- отдаленные.

Первые начинаются практически сразу и проявляются в первые недели и месяцы после облучения. Наиболее распространенным примером таких воздействий является острая лучевая болезнь, приводящая в отдельных случаях к летальным последствиям. Отдаленные же проявляются через годы или сказываются даже на здоровье следующих поколений. Радиобиологический эффект по-разному проявляется как на отдельных видах сельскохозяйственных животных, так и на породах внутри каждого отдельного вида.

Кормление животных в радиационно неблагополучных районах. Поскольку именно через пищу и воду существует наибольшая вероятность животному получить дозу радиации, все корма должны проходить строгий радиационный контроль. Ведь скорость миграции радиоизотопов в молоко и мясо, которые потом придут в магазины и рынки, напрямую зависит от содержания в питании веществ, блокирующих появление биологических эффектов и способствующих как можно более быстрому выведению изотопов из организма. Эти вещества называются радиопротекторами или радиационными защитниками живого. В эту группу относят витамины, минеральные соединения, аминокислоты, клетчатка. Например – клетчатка, она улучшает перистальтику кишечника и способствует скорому выведению радиоизотопов из органов и тканей. Кроме того, она снижает их способность переходить в продукцию животноводства.

Аминокислоты способны уменьшать радиочувствительность, связывая свободные радикалы организма. Пектины и флавоноиды, обильно содержащиеся в зеленой массе растений, так же не отстают по способности выводить радиоизотопы из организма. Отдельного внимания заслуживают минеральные вещества, без которых сбалансированное радиопротекторное питание невозможно. В особенности это касается кальция и калия, которые в условиях острого дефицита обычно замещаются стронцием и цезием, своими ближайшими химическими аналогами. Но и здесь нельзя переусердствовать, ведь переизбыток вещества, как правило, столь же вреден для организма, как и его недостаток. Заготовка кормов так же требует особого подхода. Их лучше всего заготавливать, активно вентилируя. Заготавливая силос и сенаж, рекомендуется добавлять консерванты.

Корнеплоды перед каждым кормлением должны тщательно обмываться в чистой проточной воде. Зерновые перед кормлением скоту в случае их загрязнения в обязательном порядке очищают от поверхностных оболочек, в которых концентрируется большая часть радионуклидов. К тому же, рацион животных может быть дополнительно обогащен веществами, способными к связыванию радионуклидов.

Самым простым вариантом может быть соль алгиновой кислоты, преобразующая радиоактивные изотопы в комплексные химически инертные

соединения, выводимые вместе с калом из организма. Как видим, понятие радиационная безопасность очень относительное. И человек, и братья его меньшие могут стать жертвой радиации, даже не догадываясь об этом. Кто может дать 100 % гарантию, что материалы, из которых вы возводите себе дом или сарай для птицы, прошел радиационный контроль и не скрывает в себе источников облучения? Да и покупая мясо или молочную продукцию без необходимых на то сертификатов качества мы также подвергаемся риску.

Заключение. Чернобыльская катастрофа постепенно уходит в прошлое. Забрав тысячи жизней, она оставила тысячи гектаров загрязненных земель и водоемов, вблизи или даже на которых человек опять начал производство. Печально, но факт. Остается лишь верить в предположение мировых ученых, что после крупных радиационных катастроф появляются новые радиационно стойкие генерации живых существ, бесстрашные к ядерным атакам и авариям. Было бы неплохо, окажись это правдой.

Литература. 1. <https://www.agroxxi.ru/zhivotnovodstvo/stati/radiacija-i-selhozzhivotnye.html> 2. https://studwood.net/2016089/bzhd/selskoe_hozyaystvo

УДК 616-006.85

СМОЛЬСКИЙ И.В., студент 5 курса, ФВМ

Научный руководитель **Журов Д.О.**, канд. вет. наук, ст. преп.

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

СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА ФИЗИЧЕСКУЮ ТЕОРИЮ КАНЦЕРОГЕНЕЗА

Введение. Развитие промышленности и ядерной энергетики приводит к широкому распространению в окружающей среде различных химических и радиоактивных веществ, обладающих мутагенным действием. Данный процесс характеризуется возрастанием мутационного груза и приводит в результате к снижению устойчивости и адаптивного потенциала популяций. Среди основных мутагенов, в первую очередь, следует назвать ионизирующее излучение (α -, β -, γ -излучение), рентгеновские и ультрафиолетовые лучи, поток нейтронов. При воздействии радиации на животных и человека в их организме происходят разнообразные функциональные и морфогенетические изменения, приводящие к нарушению целостности организма и развитию лучевой болезни. Результатом такого воздействия на макроорганизм является возникновение отдаленных последствий облучения в виде образования злокачественных опухолей – патологической пролиферативной реакции организма на действие онкогенных факторов, характеризующейся атипичным разрастанием новообразованных клеток.

Целью работы явилось детальное раскрытие сущности физического фактора в формировании опухолей.

Материалы и методы исследований. При написании работы использовались методы анализа опубликованных ранее работ по данной проблеме [1, 2], методы обобщения и сравнения.

Результаты исследований. По результатам имеющихся данных установлено, что в 1901 г., через 6 лет после открытия Рентгена, в периодических изданиях того времени сообщили о случае возникновения опухоли кожи у сотрудника, занимавшегося изготовлением рентгеновских трубок без применения защитных приспособлений. В 1910 г. исследователь Clunet впервые получил экспериментальную опухоль в виде кожных язв у крыс, подвергнув животных рентгеновскому облучению. Повторное воздействие рентгеновских лучей на участки изъязвлений привело к развитию саркомы через 9 мес. от начала эксперимента у одного животного и через 2 года – у другого. Открытие феномена искусственной радиоактивности в 1934 г. Ирен и Фредериком Жолио-Кюри также было использовано для экспериментального получения злокачественных опухолей у лабораторных животных.

После открытия рентгеновского излучения у первых рентгенологов, которые подвергались воздействию излучения с малой проникающей способностью, часто развивался лучевой дерматит, что приводило к увеличению заболеваемости их раком кожи. По мере увеличения проникающей способности излучения, у последующего поколения рентгенологов увеличилась заболеваемость лейкемией. По статистике Всемирной организации здравоохранения, врачи-рентгенологи заболевают лейкозами в 8-9 раз чаще, чем врачи других специальностей.

На ранних этапах развития экспериментальной онкологии рентгеновское излучение использовалось как деструктивный фактор, поскольку еще не сложилось представление о дозозависимом эффекте и отсутствовали знания о биологическом действии излучения. Толчком к развитию радиобиологии послужило установление связи между радиочувствительностью клеток и скоростью их репродукции, сделанное в 1903 г. в Лейпциге биологом George Perthes. Это наблюдение позволило J.A. Bergonie (1857–1925 гг.) и L. Tribondeau (1872–1914 гг.) сформулировать в 1906 г. основной закон радиобиологии, гласящий, что рентгеновское излучение действует на клетки с тем большей интенсивностью, чем выше их воспроизводящая активность; чем чаще клетка делится в своей жизни; и чем менее определена ее функция и морфология. Другими словами, чем выше митотический индекс и чем ниже степень дифференцировки клеток, тем выше их чувствительность к рентгеновскому излучению. В свою очередь, основные постулаты радиобиологии стали теоретической базой современной лучевой терапии злокачественных опухолей.

В то же время, канцерогенный эффект радиоактивных материалов впервые был определен в результате расследования причин возникновения большого количества остеосарком у рабочих фабрики, где использовались радий-содержащие краски в производстве люминесцентных циферблатов.

Японцы из Хиросимы и Нагасаки были подвержены действию радиоактивного загрязнения в виде радиоактивных осадков вследствие атомной бомбардировки. В итоге у них значительно увеличилась заболеваемость лейкемией и раком легких, молочной и щитовидной желез. Жители Маршалльских островов случайно подверглись воздействию радиоактивных осадков во время атмосферного испытания ядерной бомбы на юге Тихого океана. Радиоактивные осадки были богаты радиоактивным йодом, что привело к развитию множественных новообразований щитовидной железы. Во время катастрофы на Чернобыльской атомной электростанции в 1986 г. также в атмосферу попал радиоактивный йод, что привело к поражению нескольких тысяч людей.

Ионизирующее излучение способно вызывать опухоли практически всех органов, но чаще всего – опухоли кожи и костей, лейкозы, а также эндокриннозависимые опухоли (рак молочной железы и яичников). Длительное воздействие ультрафиолетового спектра солнечных лучей является основным индуктором меланом на открытых участках кожи (голова, шея, руки) – плоскоклеточный рак, базальноклеточный рак и злокачественная меланома.

Учеными установлено, что мишенью канцерогенных агентов физической природы является в первую очередь ДНК. Происходит либо их прямое воздействие на геном, либо через так называемые посредники – медиаторы канцерогенеза. К последним относятся свободные радикалы кислорода, липидов и других органических и неорганических веществ. Здесь выделяют два этапа: инициации и промоции.

Этап инициации заключается в прямом или опосредованном воздействии агентов физической природы на ДНК. Это вызывает либо повреждение её структуры (генные мутации, хромосомные перестройки), либо эпигеномные изменения. Как первое, так и второе может привести к активации протоонкогенов и последующей опухолевой трансформации клетки.

На этапе промоции канцерогенеза осуществляется экспрессия онкогена и формирование фенотипа опухолевой клетки. В результате последовательных циклов пролиферации формируется опухолевый росток, из которого в дальнейшем вырастает полноценная опухоль.

Заключение. Таким образом, канцерогенез – это длительный многостадийный процесс накопления в клетке генетических повреждений. В основе канцерогенеза лежит повреждение и/или модификация ДНК с последующим безграничным делением клетки и отсутствием ее дифференцировки. Физические канцерогены (ионизирующее излучение, рентгеновские и ультрафиолетовые лучи и др.) могут спровоцировать развитие опухолевой трансформации с последующим развитием опухоли.

Знание механизма канцерогенеза позволяет строить принципы лечения и превентивных мероприятий онкологических болезней.

Литература: 1. Костецкая, Т. В Развитие и становления науки об опухолях : ключевые аспекты / Т. В. Костецкая, А. Н. Ботьян, В. О. Лемешевский // Журнал Белорусского государственного университета. Экология.2020. –

№4. – С. 59–69. 2. Хисматуллина, З. Н. Особенности этапов химического, физического и вирусного канцерогенеза / З. Н. Хисматуллина // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. – № 7. – С. 198–202.

УДК 615.849

СТАРЧЕНКО А.С., студентка 3 курса, ФВМ

Научный руководитель **Клименков К.П.**, канд. вет. наук, доцент
УО «Ветеринарная ордена «Знак Почета» государственная академия
ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

ОТРАЖЕНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АВАРИИ НА БИОЦЕНОЗЕ

Введение. Радиобиология как наука изучает воздействие ионизирующего излучения на животных и человека, а также изыскивает способы и средства их защиты и пути использования излучения в народном хозяйстве. В современном мире существует огромное количество проблем, связанных с областью радиологии. Для того чтобы решить некоторые из них появляются новые научные направления такие как радиобиология, радиоэкология, радиационная генетика и др. Одна из самых крупнейших проблем – радиоактивное загрязнение окружающей среды. Радионуклиды, попадающие в результате выброса в почву, осуществляют вертикальную и горизонтальную миграцию, загрязняют поверхностные и подземные воды, воздух, флору и фауну и тем самым увеличивают количество источников ионизирующих излучений и их объем и площади. Вертикальная миграция радионуклидов происходит за счет: переноса их атмосферными осадками вглубь, капиллярных явлений, диффузии, переноса по корневым системам растений, деятельности червей и почвенных животных. Горизонтальная миграция связана: с ветром, стоками поверхностных вод, пожарами, паводковыми и дождевыми потоками. Важное место в этом занимает и антропогенная деятельность. В зависимости от типа, влажности, плодородия почв, биологических особенностей растений накопление радионуклидов происходит по разному, однако очищение идет медленно.

Материалы и методы исследования. Целью исследования являлась изучение радиобиологических эффектов во флоре и фауне, связанных с последствиями аварии на ЧАЭС. Методологию исследования составили изучение и анализ разных литературных источников, обобщение материала.

Результаты исследования. 26 апреля 1986 года на 4-ом энергоблоке Чернобыльской АЭС произошел взрыв и начался пожар, сопровождающийся выбросом в окружающую среду около 10 ЭБк радиоактивных веществ, содержащих летучие радиоактивные инертные газы, сотни осколочных продуктов деления, накопившихся в зоне реактора, изотопы наведённой радиоак-

тивности, частички ядерного топлива. Максимальные уровни загрязнения были обнаружены в 30-километровой зоне вокруг Чернобыльской АЭС:

- 1) по цезию-137 – 18500 кБк/м² ;
- 2) по стронцию-90 – более 455 кБк/м² ;
- 3) по плутонию-239, 240 – около 150 кБк/м² .

В результате аварии и чернобыльского выброса было отмечено влияние действия радионуклидов на человека в результате проникающей радиации, внешнего гамма-облучения от радиоактивного облака. В дальнейшем от ингаляционного поступления радионуклидов; внешнего гамма-излучения от осевших на земную поверхность и объектов окружающей среды радионуклидов; внешнего контактного гамма- и бета-облучения; поступления радионуклидов в организм по пищевым цепочкам. Особое значение имело облучение инкорпорированным йодом-131.

Воздействию также подверглись животные и растения. Почвенный микробиоценоз пострадал в большей степени. Личинки и нимфы первых возрастов исчезли вовсе. Любые растения, прорастающие в почве, мутируют под огромным содержанием цезия-137 и стронция-90. Животные подвергались также различным мутациям и погибали. Довольно часто у них отмечался гигантизм, преждевременная смерть, сокращение срока жизни и наследственные изменения, которые оставляли виды без потомства. После аварии животные получили дозу облучения 1,5-20 Зв на щитовидную железу от йода-131. Больше всего пострадали дикие животные, поскольку для них такая доза летальна. Меньше подверглись изменениям птицы, летальной дозой для них является 30 Зв. Самыми устойчивые – рептилии и рыбы, у которых выносливость до 100 Зв. Из-за трагедии у данных представителей только снизилась способность к деторождению.

Хвойные леса достигли дозы 60-100 Гр на расстоянии до 10 километров и потерпели летальный исход (рыжий лес). Лиственные леса более устойчивые к радиации и поэтому после аварии в некоторых местах проглядывались листья. Огромный выброс радиации вызвал некроз почек, после чего деревья не могли продолжать расти. Из-за чего все леса в районе 30 километров были вырублены, а в дальнейшем территории были засажены лиственными лесами. В настоящее время в 30-километровой зоне вокруг Чернобыля заселились редкие виды животных и растений. Поскольку эти территории весьма опасны для человека и в связи с отсутствием антропогенного влияния флора и фауна остается нетронутой, тем самым образуя заповедник.

Водная территория понесла серьезный ущерб, однако, не настолько мощный как почва. На долю Припяти пришлось доза свыше 10 Гр. Преимущественно, на водные поверхности выпали радиоактивные частицы с коротким периодом полураспада. Так как частицы быстры, смешивались с водой, концентрация загрязнения водоемов быстро уменьшилась, но вода оставалась непригодной. На сегодняшний день вода имеет допустимый уровень радионуклидов и не представляет угрозы для жизни человека и окружающей среды.

Вблизи Чернобыльской АЭС земли остаются непригодными для сельскохозяйственного использования. Семена не прорастают на этих территориях, у растений снижена способность к фотосинтезу. На клеточном уровне заметны изменения в области органелл: разрывы хромосом, хромосомные aberrации, изменение синтеза пигментов и др. Пески, супесь и суглина накапливают наименьшее количество радионуклидов, в то время как торф – наибольшее. В связи с аварией была прекращена работа множества хозяйств.

Заключение. Спустя 36 лет после аварии на Чернобыльской АЭС остаются актуальными вопросы, связанные с действием радионуклидов на окружающую среду, в том числе на биоценозы. Это требует дальнейшего изучения и разработки методологии процессов, происходящих на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника и влияния радиации на флору и фауну.

Литература: 1. Практикум по радиобиологии : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Зоотехния» и «Ветеринария» / Н. П. Лысенко [и др.]. – Москва : КолосС, 2007. – 399 с. 2. Радиобиология : учебник для вузов / А. Д. Белов [и др.]. – Москва : Колос, 1999. – 384 с. 3. Радиобиология : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки (специальности) – «Ветеринария» (квалификация (степень) «специалист») и направлению подготовки (специальности) – «Зоотехния» (квалификация (степень) «бакалавр» и «магистр») / Н. П. Лысенко [и др.]. – СанктПетербург : Лань, 2016. – 576 с. 4. 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. 5. Лес. Человек. Чернобыль / Под общ.ред. акад. НАНБ В. А. Ипатьева. – Гомель, 1999. – 454 с.

УДК[504.5:628.4.047]:61

СТАШКЕВИЧ Д.И., студент 3 курс, факультет химико-биологических и географических наук

Научный руководитель **Курдеко А. П.**, докт. вет. наук, профессор
УО «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова»,
г. Витебск, Республика Беларусь

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАДИОПРОТЕКТОРЫ В МЕДИЦИНЕ

В настоящее время источники ионизирующих излучений широко представлены во всех сферах деятельности человека. Это повышает вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций радиационной природы. Потенциальную угрозу жизни и здоровью населения создает не только накопленный в мире арсенал ядерного оружия, но и объекты атомной энергетики, научные, промышленные и другие источники ионизирующих излучений. Одними из важных задач по осуществлению комплекса мероприятий, которые направ-

лены на нейтрализацию радиационных угроз – разработка и применение технологий диагностики, лечения и профилактики нарушений здоровья, связанных с негативным воздействием радиации.

К сожалению, частые контакты с радионуклидами могут привести к потенциальной опасности для здоровья людей, негативно сказаться на состоянии нынешнего и будущего поколений, так как влияние источника ионизирующего излучения необратимо. Поэтому актуальным является разработка, апробация и внедрение препаратов для профилактики лучевых поражений.

Учеными были изучены химические вещества, которые обладают радиозащитными свойствами и было введено такое понятие, как «Радиопротекторы». Это вещества, способные снижать поражающее действие проникающей радиации только при профилактическом, т. е. до облучения, применении [1].

Эффект при применении этих веществ развивается в первые минуты или часы после введения и сохраняется в течение 2...6 часов. Действие радиопротекторов направлено, прежде всего, на защиту гемопоэтических клеток, поэтому, препараты этой группы применяют для профилактики поражений, вызываемых облучением в диапазоне 1...10 Гр.

При сравнении других радиозащитных средств, противолучевой эффект для радиопротекторов среди прочих фармакологических свойств является основным. Радиозащитный эффект связан с возможностью снижения косвенного поражающего действия ионизирующих излучений на основные структуры клетки – биологические мембраны и ДНК. Данный эффект может быть достигнут двумя путями[3]:

- прямым участием молекул радиопротектора в «конкуренции» с продуктами свободно-радикальных реакций за «мишени»; обратимым взаимодействием с белками и т. д.;

- «фармакологическим» снижением содержания кислорода в клетке, что ослабляет выраженность «кислородного эффекта» и проявлений оксидативного стресса.

Первый механизм радиозащитного эффекта более характерен для серо-содержащих радиопротекторов, второй – для препаратов рецепторного действия.

Переносимость радиопротектора зависит от условий, сопутствующих его применению. Многие факторы, такие как физическая нагрузка, повышенная или пониженная температура окружающей среды, психоэмоциональное напряжение, действие токсикантов, работа в средствах индивидуальной защиты могут существенно снижать переносимость радиопротекторов, приближая их токсические дозы к радиозащитным.

Среди многих тысяч веществ, проявляющих противолучевую активность, практическое значение в качестве радиопротекторов имеют лишь немногие. Среди них выделяют следующие группы [2]:

1 группа –Тиолкиламины

К этому классу соединений относятся препараты:

- Цистеамин
- Цистамин
- Гаммафос

Время защиты 4...6 часов.

2 группа - Индолилалкил-амины

- Триптамин
- Серотонин
- Мексамин

Время защиты 30...60 минут.

3 группа - Имидазолины

- Индралин
- Нафтизин

Время защиты 30...60 мин.

Данные препараты имеют синтетическую природу.

В настоящее время, активно развивается направление, которое ориентировано на создание экологичных препаратов, с целью нанесения минимального вреда живым организмам и окружающей среде. В качестве таковых предлагается использование лекарственных растений. Их действие направлено на повышение устойчивости здоровых тканей к ионизирующему излучению, повышение эффективности и безопасности радиотерапии. Радиопротективное действие проявляют многие растения, в частности: алоэ, аралия, астрагал, бадан толстолистный, бузина черная и травянистая, герань Роберта, гинкго, женьшень.

В основе радиопротекторного действия растений лежит предупреждение повреждения тканей продуктами радиолиза воды благодаря химической структуре биологически активных веществ растений – фенольных (дигидрокверцетин, катехины, антоцианы, флавонолы), ненасыщенных соединений (бета-каротин, ликопин, жирные кислоты), а также насыщенных жирных кислот, гидрохалконов, лишайниковых кислот, полисахаридов, алкалоидов, хлорофилла и иных пигментов, например, меланина чаги, тритерпеновых сапонинов, микроэлементов.

Доказано, что эффективными радиопротекторами являются такие лекарственные средства растительного происхождения как:

- 1) монастырский сбор (шалфей, крапива, шиповник, бессмертник, толокнянка, череда, полынь горькая, тысячелистник, ромашка, липа, чабрец, кора крушины, календула, подорожник, сушеница, пустырник, береза, трифоль)
- 2) сироп ягод бузины травянистой;
- 3) настойка цветков каштана конского обыкновенного;
- 4) суппозитории с экстрактом травы болиголов и каменным маслом.

В настоящее время проблема противорадиационной защиты приобретает особую актуальность в связи с расширением сфер использования источников ионизирующих излучений в различных сферах жизнедеятельности человека. Это требует углубленного изучения имеющихся и возникающих про-

блем с целью создания лечебно-профилактических средств различного происхождения, обладающих радиозащитными свойствами.

Литература: 1. Новые перспективные радиопротекторы растительного происхождения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lektsii.org/16-76434.html>. – Дата доступа: 18.04.2022. 2. Современные подходы к фармакологической профилактике радиационных поражений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.medline.ru/public/art/tom11/art19.html>. – Дата доступа: 18.04.2022. 3. Радиационная биология. Радиоэкология [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sciencejournals.ru>. – Дата доступа: 17.04.2022

УДК 53.084

СУРОВЦЕВ Н. П., студент 3 курса, ФВМ

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

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

КОНСТРУКЦИЯ И ОСОБЕННОСТИ РЕАКТОРА РБМК-1000

Введение. В России до настоящего времени работают еще десять РБМК, аналогичных тем, которые были установлены на Чернобыльской АЭС. Это три реактора на Ленинградской, три на Смоленской и еще четыре на Курской АЭС. Все реакторы этого типа были построены с 1976 по 1990 года и рассчитаны на 30-летний срок службы.

Материалы и методы исследования. В данной работе проведен обзор литературных данных по особенностям конструкции, принципах работы, эффективности и безопасности реакторов большой мощности канальных РБМК. Методологию исследования составили эмпирические и теоретические общенаучные методы: контент-анализ, изучение, обобщение, синтез, сравнение.

Результаты исследований. Реактор большой мощности канальный (РБМК-1000) – энергетический ядерный реактор, разработанный в Советском Союзе. Реактор РБМК канальный, гетерогенный, графита-водный, кипящего типа, на тепловых нейтронах, теплоносителем в котором выступает вода [2]. Разработка реакторов РБМК была начата в 60-х годах и некоторые конструкторские решения отрабатывались на опытных энергетических реакторах «Атом Мирный Большой», установленных на Белоярской АЭС. Разработка РБМК явилась значительным шагом в развитии атомной энергетики СССР, поскольку такие реакторы позволяют создать крупные АЭС большой мощности.

РБМК является реактором с не перегружаемыми каналами, то есть ТВС и технологический канал являются отдельными узлами. К установленным в

реактор каналам с помощью неразъемных соединений подсоединены трубопроводы – индивидуальные тракты подвода и отвода теплоносителя. Загружаемые в каналы ТВС крепятся и уплотняются в верхней части стояка канала. Таким образом, при перегрузке топлива не требуется размыкания тракта теплоносителя, что позволяет осуществлять ее с помощью соответствующих перегрузочных устройств без остановок реактора[2].

При создании реакторов такого типа решалась задача экономичного использования нейтронов в активной зоне реактора. С этой целью оболочки твэлов и трубы канала были изготовлены из слабо поглощающих нейтроны циркониевых сплавов. Схема установок РБМК одноконтурная. Пароводяная смесь после активной зоны попадает по индивидуальным трубам в барабаны-сепараторы, после которых насыщенный пар направляется в турбины, а отсепарированная циркуляционная вода после ее смешения с питательной водой, поступающей в барабаны-сепараторы от турбоустановок, с помощью циркуляционных насосов подается к каналам реактора[1].

Из двух типов реакторов на тепловых нейтронах – корпусных водородных и канальных водографитовых, использовавшихся в атомной энергетике Советского Союза, последние, оказалось проще освоить и внедрить в жизнь. Это объясняется тем, что для изготовления канальных реакторов могут быть использованы общемашиностроительные заводы и не требуется такого уникального оборудования, которое необходимо для изготовления корпусов водо-водяных реакторов.

Эффективность канальных реакторов типа РБМК в значительной степени зависит от мощности, снимаемой с каждого канала. Распределение мощности между каналами зависит от плотности потока нейтронов в активной зоне и выгорания топлива в каналах. Для повышения эффективности реакторов РБМК были изучены возможности увеличения предельной мощности каналов. В результате исследований оказалось возможным путем интенсификации теплообмена увеличить предельно допустимую мощность канала в 1,5 раза до 4500 кВт при одновременном повышении допустимого паросодержания до нескольких десятков процентов. Необходимая интенсификация теплообмена достигнута благодаря разработке ТВС, в конструкции которой предусмотрены интенсификаторы теплообмена. При увеличении допустимой мощности канала до 4500 кВт тепловая мощность реактора РБМК повышена до 4800 МВт, чему соответствует электрическая мощность 1500 МВт [2].

ТВС в РБМК состоят из двух частей – нижней и верхней, каждая из которых содержит 18 твэлов стержневого типа из таблеток спеченной двуокиси урана, заключенных в оболочку из циркониевого сплава. Высота активной части топлива в твэле 3,5 м, общая высота активной зоны в РБМК 7,0 м. Диаметр твэла 13,5 мм. В ТВС с интенсификацией теплообмена в решетках верхней части имеются устройства для турбулизации потока теплоносителя, что и обеспечивает интенсификацию теплообмена. Помимо топливных каналов в активной зоне РБМК имеется 179 каналов СУЗ. Для контроля за энергораспределением по высоте активной зоны предусмотрено 12 каналов с се-

мисекционными детекторами, которые установлены равномерно в центральной части реактора вне сетки топливных каналов и каналов СУЗ.

Реактор размещен в бетонной шахте размером 21,6x21,6x25,5 м. Нижняя плита толщиной 2 м и диаметром 14,5 м состоит из цилиндрической обечайки и двух листов, в которые герметично вварены трубные проходки для топливных каналов и каналов управления. Нижняя плита, через сварную металлоконструкцию в виде креста опирается на бетонное основание шахты реактора. Реактор окружен боковой защитой в виде кольцевого бака с водой. Толщина верхней плиты 3 м, диаметр 17,5 м. Нижняя и верхняя плиты соединены между собой герметичным кожухом из листового проката толщиной 16 мм[2].

Внутри герметичного кожуха реактора, на нижней плите установлена графитовая кладка реактора, состоящая из 2488 вертикальных графитовых колонн, собранных из прямоугольных блоков высотой 200, 300, 500 и 600 мм, с основанием 250x250 мм и внутренним отверстием диаметром 114 мм. 1693 колонны предназначены для установки в них топливных каналов, 179 - для каналов СУЗ реактора, а остальные являются боковым отражателем. В отверстиях периферийных колонн установлены металлические охлаждаемые водой штанги, фиксирующие графитовую кладку при перемещениях в радиальном направлении. Для кладки реактора используется графит[1,2]. Внутренняя полость реактора заполнена прокачиваемой через кладку азотно-гелиевой смесью с небольшим избыточным давлением, благодаря чему обеспечивается нейтральная атмосфера для находящегося при высокой температуре графита, что предотвращает его выгорание. В результате добавки гелия увеличивается теплопроводность газовой смеси и улучшаются условия теплоотвода от графитовой кладки к теплоносителю внутри каналов. Газовая среда реактора служит также для вентиляции внутриреакторного пространства и для контроля целостности каналов. Откачка газа из реактора осуществляется из вваренных в верхнюю плиту проходок-стояков по индивидуальным импульсным трубкам, проложенным над верхней плитой. Газ в эти трубки поступает снизу кладки, проходя вдоль канала. В случае нарушения целостности канала газ увлажняется, что и определяется проводимым анализом влажности газа.

В вертикальные сквозные отверстия, образованные стояками нижней и верхней плит и отверстиями в графитовых колоннах, вставляются 1693 топливных канала и 179 каналов для стержней СУЗ реактора. Каналы представляют собой трубчатую конструкцию, состоящую из центральной, выполненной из циркониевого сплава части на высоте активной зоны, нижней и верхней концевых частей, выполненных из нержавеющей стали. К нижним частям каналов приварены трубопроводы для подхода в топливных каналах и для отвода в каналах СУЗ теплоносителя. Индивидуальные трубопроводы для отвода пароводяной смеси от каналов к сепараторам - пароводяные коммуникации диаметром 76 мм и толщиной стенки 4 мм образуют два ряда перед входом в каждый сепаратор. Между этими рядами установлены специ-

альные короба с биологической защитой, внутри которых перемещаются детекторы контроля герметичности оболочек твэлов.

Заключение. В целом для своего времени, реакторы типа РБМК являлись высокоэффективным типом реакторов, позволяющим выполнять план по производству электроэнергии. Однако, недостаточная осведомленность о внутри реакторных процессах (явление неравномерности термовыделения), а также разнообразные вариации систем защиты реакторов даже в пределах одного объекта, образует смешанное мнение об эксплуатационных возможностях данного типа реакторов. К сожалению, не взирая, на случаи аварий при эксплуатации реакторов, необходимые изменения в конструкцию внесены не были, соответственно и безопасность использования не была улучшена.

Литература: 1. Романенко, В. С. *Некоторые вопросы физики РБМК / В. С. Романенко // Вопросы атомной науки и техники. – 1981. – Вып. 5 (128). – С. 8-16.* 2. Шелегов, А. С. *Физические особенности и конструкция реактора РБМК-1000 : учеб.пособие / А. С. Шелегов, С. Т. Лескин, В. И. Слободчук. – М. МИФИ, 2011. – 62 с.*

ТЕЛЕЖЕНКОВ А.П., аспирант

Научный руководитель **Щукин М.В.**, канд. биол. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии - МВА имени К.И. Скрябина», г. Москва, Российская Федерация

ВЛИЯНИЕ МИКОРИЗЫ НА КОЭФФИЦИЕНТЫ НАКОПЛЕНИЯ Cs-137 В *VACCINIUM MYRTILLUS* БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

Введение. Авария на Чернобыльской АЭС 26 апреля 1986 г. привела к ухудшению экологической обстановки в лесных биоценозах Брянской области. Доминантным видом травянокустарничкового яруса брянских лесов является черника обыкновенная *Vaccinium myrtillus*. Черника обыкновенная - низкорослый кустарничек, высотой 10 - 50 см, цветет в мае. *V. myrtillus* широко применяются в медицинской и ветеринарной фармакологии. Актуальность работы обусловлена необходимостью изучения влияния разных концентраций искусственных радионуклидов на эколого-физиологические параметры природных популяций *V. myrtillus* в условиях радиоактивных загрязнений территорий РФ.

Цель исследования – изучить семенную продуктивность *V. myrtillus* в условиях радиоактивного загрязнения.

Материалы и методы исследований. Объект исследования - *V. myrtillus*. Для решения поставленных задач использовались современные методы исследования. Для представления полученных результатов в количе-

ственном выражении были использованы статистические методы. Мы рассчитывали *t*-критерий Стьюдента и коэффициент вариации (C_v , %).

Результаты исследований. Для того чтобы судить об реакции *V. myrtillus* на радионуклидное загрязнение нами проведены исследования в контрастных точках с максимальным и минимальным радиоактивным загрязнением. Отбор проб почвы и *V. myrtillus* проводили в окрестностях села Верещаки Новозыбковского района Брянской области и в Касимовском районе Рязанской области. Климатогеографическая характеристика регионов идентичная и характерна для Русской равнины [1].

Мощность экспозиционной дозы гамма-излучения в Брянской обл. составила 18,6 мкР/ч, а на площадках Рязанской области – 3,3 мкР/ч. Суммарная удельная активность *Cs-137* на целинных площадках Брянской области составила 3208 Бк/кг, а в Рязанской области – 78 Бк/кг. Таким образом, львиная доля, т.е. более 70 % от суммарной удельной активности *Cs-137* в 20 см слое целинных почвенных горизонтах приходится на верхние десятисантиметровые слои и указывает на наличие гумуса, гумусовых и гуминовых кислот пептиды, аминокислоты и др., которые замедляют вертикальную миграцию *Cs-137*. Показано, что плотность загрязнения по *Cs-137* окрестности села Верещаки составила 26 Ку/км², а в Касимовском районе равна 0,6 Ку/км². Очевидно, что территория Новозыбковского района Брянской области подверглась воздействию радиоактивных осадков после аварии на Чернобыльской АЭС.

V. myrtillus растёт смешанных влажных или заболоченных лесах. В брянской лесной экосистеме более 70 % от общего запаса *Cs-137* в лесной почве находится в 0 – 5-см слое (около 10000 Бк/кг), в Рязанской области лесная подстилка аккумулирует больше 50% имеющегося радиоактивного цезия – 49 Бк/кг. Таким образом, несмотря на то, что с момента аварии на ЧАЭС прошло 35 лет, снижение уровней загрязнения почвы в брянских лесах идет очень медленно.

V. myrtillus относится к лесным видам полиресурсных растений. В плодах *V. myrtillus*, отобранных в Брянской области, удельная активность *Cs-137* статистически значимо превышает как допустимые уровни, установленные нормативными документами, так и концентрацию *Cs-137* в рязанской чернике. Радионуклиды, находящиеся в почве, переходят в наземную часть растений через корневую систему, которая у черники поверхностная и состоит из мелких корней, проникающих в почву на глубину только 5 - 6 см, в нашем случае самого загрязненного почвенного горизонта. В бесснежные зимы корневая система черники промерзает и растение погибает. При микроскопировании на фрагментах корней черники были обнаружены гифы грибов. Эктоэндотрофная микориза увеличивает всасывающую поверхность корней растений, поставляет воду, минеральные вещества и, конечно же, радиоактивные элементы.

Установлено, что коэффициенты накопления *Cs-137* в брянской *V. Myrtillus* на один и более порядка ниже значений коэффициентов накопления

Cs-137 в рязанской чернике. Это указывает на нарушения физиологических функций растения. Микориза способствует поглощению *Cs-137* и интенсивность аккумуляции его в структурных компонентах *V. myrtillus* возрастает в ряду «Плод <Стебли <Листья». Следует отметить, что с увеличением глубины почвенного горизонта и снижением числа микоризных окончаний уменьшаются коэффициенты накопления *Cs-137* в *V. myrtillus*. Длительная инкорпорация *Cs-137* индуцирует в *V. myrtillus* наследственные изменения. Длина и ширина брянских плодов статистически значимо меньше рязанских ягод на 10 и 14 % соответственно. Формирование *V. myrtillus* из семян может обеспечить будущее существование сообщества в изменяющихся условиях окружающей среды. Анализ показал, что данные по семенной продуктивности у растений из Брянской области (число семян в ягоде – $37,0 \pm 2,6$), достоверно отличаются от таковых из Рязанской области – ($47,3 \pm 3,5$). Низкие уровни коэффициентов вариации ($C_v < 33\%$) подтверждают значимость результатов морфометрических параметров.

Заключение. В Новозыбковском районе плотность поверхностного загрязнения по *Cs-137* составила $26,1 \text{ Ки/км}^2$ и этот аномальный центр связан с выпадением радиоактивных осадков после аварии на ЧАЭС. Установлено, что в 20-см слое лесной почвы в Брянской области удельная активность *Cs-137* составила 13317 Бк/кг и более 70 % *Cs-137* от общей активности приходится на 0 – 5 см слой почвы. Установлено, что число семян в ягоде составило $37,0 \pm 2,6$, что статистически значимо отличается от рязанских плодов, в которых число семян составило $47,3 \pm 3,5$.

Литература: 1. *Brassica napus* - биоиндикатор радионуклидного загрязнения. Федоров, Ц. Ц. Содбоев, М. В. Щукин, Г. О. Заболотнов, С. А. Комаров, А. В. Мартынова, А. В. Булгаков. Современное состояние, проблемы и перспективы исследований в биологии, географии и экологии: Материалы Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 85-летию естественно-географического факультета РГУ имени С. А. Есенина и 90-летию со дня рождения профессора Леопольда Васильевича Викторова. – Рязань, 2019. С. 63 - 66

УДК: 631.582

ФЕДОРОВ Д.А., аспирант

Научный руководитель **Щукин М.В.**, канд. биол. наук, доцент

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА имени К.И. Скрябина», г. Москва, Российская Федерация

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ *BRASSICA NAPUS L.* ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ В ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Введение. В результате аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г. на территории Тульской области произошло выпадение радиоактивных веществ, приведшее к значительному загрязнению как плодородных агроценозов, так и природных биоценозов. Загрязнению подверглась практически вся территория области, одним из сильно загрязнённых районов является Плавский [1]. С каждым годом в оборот животноводства вовлекаются все больше ранее изъятых земель на территориях региона, загрязненных техногенными радионуклидами. Это позволяет создать устойчивую сырьевую базу для производства высокобелковых кормов и кормовых добавок для животноводства, большое значение придается наращиванию производства семян масличных культур. *Brassic napus L.* – это природный источник индол-3-карбинола, который является природным антиоксидантом, в ходе многочисленных клинических исследований доказаны его противоопухолевые эффекты.

Цель исследований – изучить морфологические особенности *Brassic napus L.* 1753, подверженного воздействию ионизирующей радиации Тульского региона.

Материалы и методы исследований. Для того чтобы судить о реакции рапса на радионуклидное загрязнение были отобраны пробы рапса и почвы в контрастных точках с минимальным (Суворовский район) и максимальным (Плавский район) радионуклидным загрязнением. Климатогеографическая характеристика районов представлена на слайде, и она идентичная. По площади радионуклидного загрязнения территория Тульской области занимает первое место среди других регионов России, пострадавших от аварии на Чернобыльской АЭС.

Результаты исследований. Представленные данные радиационного фона не превышают нормальный уровень. Следует отметить, что радиационный фон Плавского района статистически значимо выше в 1,5 раза, чем в Суворовском. В почвенных срезах Плавского района суммарная удельная активность ^{137}Cs составила 2230,9 Бк/кг, и эта величина соответствует плотности загрязнения в 18,1 Ки/км². В Суворовском районе удельная активность в 20 см слое равна 41,4 Бк/кг, которая соответствует плотности загрязнения 0,33 Ки/км². Таким образом, Плавский район подвергся действию радиоактивных осадков после аварии на Чернобыльской АЭС и эти территории в настоящее время относятся к зоне отселения. Гамма-спектрометрический анализ профилей пахотной почвы Тульской области показывает, что условиях производственного агроценоза, цезий равномерно распределяется в пределах пахотного горизонта, что объясняется ежегодным перемешиванием этого горизонта в ходе сельскохозяйственных обработок. Следствием глубокой вспашки является накопление искусственных радионуклидов ниже пахотного горизонта (30-40 см). К периоду созревания семян *Brassic napus* его корневая система на глубине 50 см распространяется в горизонтальном направлении, и корни растения активно поглощают *Cs-137*. Анализ удельной активности *Cs-137* в корнях, стеблях, стручках и листьях *Brassic napus*, показал, что в Плав-

ском районе накопление радиоцезия статистически значимо выше, чем в Суворовском. Аккумуляция $Cs-137$ в *Brassicanapus* приводит к статистически значимому уменьшению диаметра стебля и длины побега, сокращению количества побегов и их узлов. Цветки *Brassicanapus*, собранные в условиях радиоактивного загрязнения, имеют статистически значимо меньший диаметр по сравнению с цветками растений, произрастающих на территории контрольного района. $Cs-137$ - гаметопатогенный элемент, накапливаясь в репродуктивных органах растения, он нарушает нормальное развитие семян и приводит к статистически значимому уменьшению их диаметра, приводящий к потере семенной продуктивности.

Заключение. Аномальный центр с плотностью поверхностного радиоактивного загрязнения почвы $18,1 \text{ Ки/км}^2$ в Плавском районе связан с выпадением радионуклидов после аварии на Чернобыльской АЭС. Проведенный в работе гамма-спектрометрический анализ почвенных профилей пахотных участков Тульской области показывает, что в условиях производственного агроценоза $Cs-137$ равномерно распределяется в пределах пахотного горизонта, что объясняется ежегодным перемешиванием этого горизонта в ходе сельскохозяйственных обработок. Инкорпорация $Cs-137$ в *Brassicanapus* приводит к статистически значимому уменьшению диаметра стебля и длины побега, сокращению количества побегов и их узлов. Цветки *Brassicanapus*, собранные в условиях радиоактивного загрязнения, имеют статистически значимо меньший диаметр по сравнению с цветками растений, произрастающих на территории контрольного района. Сравнительный анализ результатов статистической обработки показателя генеративной сферы *Brassicanapus* показал существенное различие в диаметре семян, что может привести к снижению качества посевного материала в результате негативного действия ионизирующей радиации.

Литература: 1. Радиационная экспертиза мёда Суворовского района Тульской области. Щукин М.В., Содбоев Ц.Ц., Редькин С.В., Пикулик А.А. // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. - 2015. - N10. - С. 59 - 64.

СОДЕРЖАНИЕ

ВЕРЕМЕЕНКО А.В.	4
АВАРИЯ НА АЭС ТРИ-МАЙЛ-АЙЛЕНД	
ВЛАСЮК М.А.	6
ДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДИАПАЗОНА МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ НА ОРГАНИЗМ ЖИВОТНЫХ И ЧЕЛОВЕКА	
ГАПОНЁНОК В.О.	9
ПУТЕШЕСТВИЕ В ЗОНУ ОТЧУЖДЕНИЯ	
ГУЗЕВ И.С., АШАРЧУК Д.А.	12
БАНАНЫ И РАДИАЦИЯ	
ДИКУН В.В.	14
РАДИОХИРУРГИЯ: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ	
ЕРМОЛОВИЧ Е.Г.	17
СОЛНЕЧНАЯ РАДИАЦИЯ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ЧЕЛОВЕКА	
ЖДАНОВА Н.А.	20
ВЛИЯНИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА СТВОЛО- ВЫЕ КЛЕТКИ	
ИВАНОВ А. П., АНДРЕЕВА В. Д.	22
РАДИАЦИОННАЯ ГЕНЕТИКА. ЕЕ СЕЛЕКЦИОННОЕ ЗНА- ЧЕНИЕ	
КАЗАК А.В.	25
ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРА- ТОВ В РАДИАЦИОННОМ МОНИТОРИНГЕ ТЕРРИТОРИЙ, ПОСТРАДАВШИХ ОТ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС	
КОВАЛЕВСКАЯ Л.М.	28
ОСОБЕННОСТИ ПРОТОННОЙ ТЕРАПИИ	
КОВАЛЬКОВА П.Ф.	29
ПАТОЛОГОАНАТОМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ У ЖИВОТ- НЫХ ПРИ ЛУЧЕВОЙ БОЛЕЗНИ И ПОВРЕЖДЕНИЯХ, ВЫ- ЗВАННЫХ ДЕЙСТВИЕМ РАДИАЦИИ	
КОЗЛОВСКАЯ А.А.	32
РАДИОАКТИВНОСТЬ, СВЯЗАННАЯ С НЕФТЯНЫМИ МЕ- СТОРОЖДЕНИЯМИ	
КРАТОВИЧ В.М., РУДНИЦКАЯ А.Г.	34
МИФЫ О РАДИАЦИИ	
КРИЖАНОВСКАЯ Д. И.	36
ВКЛАД ТРАНСУРАНОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В РАДИОАКТИВ- НУЮ ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	
КУЗЬНЕЦОВА Е.В.	39
ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОВОЛНОВЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ РАСТЕНИЙ	

КУЗЬМИЧ У. С., ЛУКАШЁВА А. В.	41
РОЛЬ РАДИАЦИОННОГО ФАКТОРА В ФОРМИРОВАНИИ ОСТЕОПОРОЗА И ЕГО ДИАГНОСТИКА	
ЛАБУН Е.В.	44
АТОМНЫЕ БОМБАРДИРОВКИ ХИРОСИМЫ И НАГАСАКИ	
ЛАПКОВИЧ А.В.	47
СЕМЬЯ КЮРИ	
ЛОБАРЕВА О.В., НЕГРЕЙ Н.В.	49
ОТКРЫТИЯ УЧЕНЫХ – ЛАУРЕАТОВ НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕ- МИИ В ОБЛАСТИ ФИЗИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЫ	
ЛУКЬЯНОВА С.С.	52
ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ИКСОДОВЫХ КЛЕЩЕЙ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД В КОСТЮКОВИЧЕСКОМ РАЙОНЕ, ТЕР- РИТОРИЯ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ	
МАСЛОВСКАЯ Т. А.	55
СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕРВЕНЦИОННОЙ РАДИОЛОГИИ	
РУДИНСКАЯ А.В.	58
СОДЕРЖАНИЕ ЦЕЗИЯ-137 В МОЛОКЕ	
САВЕНКО Н.А.	59
ОТРАЖЕНИЕ МИРНОГО АТОМА И ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗ- ЛУЧЕНИЯ В МАССОВОЙ КУЛЬТУРЕ	
СИНКЕВИЧ О.М.	62
ВЛИЯНИЕ РАДИАЦИИ НА ОРГАНИЗМ ЖИВОТНЫХ	
СМОЛЬСКИЙ И.В.	65
СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА ФИЗИЧЕСКУЮ ТЕОРИЮ КАНЦЕРОГЕНЕЗА	
СТАРЧЕНКО А.С.	68
ОТРАЖЕНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АВАРИИ НА БИОЦЕНОЗЕ	
СТАШКЕВИЧ Д.И.	70
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАДИОПРОТЕКТОРЫ В МЕДИЦИНЕ	
СУРОВЦЕВ Н. П.	73
КОНСТРУКЦИЯ И ОСОБЕННОСТИ РЕАКТОРА РБМК-1000	
ТЕЛЕЖЕНКОВ А.П.	76
ВЛИЯНИЕ МИКОРИЗЫ НА КОЭФФИЦИЕНТЫ НАКОПЛЕ- НИЯ $Cs-137$ В <i>VACCINIUM MYRTILLUS</i> БРЯНСКОЙ ОБЛА- СТИ	
ФЕДОРОВ Д.А.	78
МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ <i>BRASSICA NAPUS L.</i> ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ В ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ	

ISBN 978-985-591-152-5



9 789855 911525