

**Учреждение образования
«Витебская ордена «Знак Почета» государственная
академия ветеринарной медицины»**

ЧЕРНОБЫЛЬ: 35

МАТЕРИАЛЫ

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

г. Витебск, 6 мая 2021 г.

Текстовое электронное издание сетевого распространения

ISBN 978-985-591-121-1

**© УО «Витебская ордена «Знак Почета»
государственная академия ветеринарной
медицины», 2021**

**Учреждение образования
«Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия
ветеринарной медицины»**

ЧЕРНОБЫЛЬ: 35

МАТЕРИАЛЫ

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

(г. Витебск, 6 мая 2021 г.)

Витебск
ВГАВМ
2021

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).

ЧЕРНОБЫЛЬ: 35 [Электронный ресурс] материалы Республиканской научно-практической конференции студентов, магистрантов и молодых ученых, Витебск, 6 мая 2021 г. / УО ВГАВМ; редкол. : Н. И. Гавриченко (гл. ред.) [и др.]. — Витебск : ВГАВМ, 2021. — Режим доступа : <http://www.vsavm.by>. Свободный. — Загл. с экрана. — Яз. рус.

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

УДК 614.876
ББК 31.4

ISBN 978-985-591-121-1

© УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», 2021

Научное электронное издание

ЧЕРНОБЫЛЬ: 35

МАТЕРИАЛЫ

**Республиканской научно-практической конференции
студентов, магистрантов и молодых ученых
(г. Витебск, 6 мая 2021 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 02.06.2021 г.
Объем издания 1826 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@tut.by
<http://www.vsavm.by>

УДК 57.089

АПАНАСЮК-ВЕРБИЦКИЙ И.В., 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

КЫШТЫМСКАЯ АВАРИЯ: ХРОНИКА САМОЙ ЗАСЕКРЕЧЕННОЙ ТЕХНОГЕННОЙ КАТАСТРОФЫ В СССР

Введение. Первая радиационная авария в СССР произошла 29 сентября 1957 года на ядерном комбинате «Маяк», который был построен в закрытом городе Челябинск-40, сейчас это город называется Озерском. По результатам исследований, в день катастрофы выброс радиации оценивался в 20 миллионов Кюри. Для сравнения, выбросы при Чернобыльской аварии были 50 миллионов Кюри.

Безусловно, направления этих двух ядерных производств были разные, как и источники, их радиации: в Чернобыле взорвался ядерный энергетический реактор, на Маяке – емкость с радиоактивными отходами. Однако, последствия от подобных техногенных катастроф настолько масштабны, что и по сей день трудно полностью оценить полный ущерб: сотни тысяч людей подверглись воздействию радиации, десятки тысяч километров земли были выжжены и заброшены.

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

Результаты исследований. Важно отметить, что авария на химкомбинате «Маяк» произошла за 29 лет до Чернобыля и держалась в тайне до 90-х годов. Радиоактивный след в Восточно-уральском регионе до сих пор опасен, а комбинат и по сей день принимает радиоактивные отходы, сбрасывая их в окружающую среду.

До начала строительства атомных бомб, необходимо было создать с нуля химическую промышленность, воспитать целое поколение ученых и, естественно, предоставить им место для работы и опытов. Таким местом стал завод «Маяк», именно на нем лучшие умы начали проектировать «начинку» для ядерного оружия. Трудоемкий процесс, прежде всего, ставил своей целью выполнение государственной задачи, а забота об окружающей среде, здоровье и собственной безопасности уходила на задний план. В результате создания зарядов для бомб получался не только плутоний и уран, но и множество радиоактивных отходов, которые поначалу просто сливали в реку Теча неподалеку от завода.

После участвовавших случаев смертей и болезней людей в прилегающих регионах было решено «изменить политику» завода и выливать в реку только отходы с низкой радиационной активностью. Отходы со средней активностью

начали сливать в озеро Карачай, а высокоактивные хранили в огромных «банках вечного хранения». Комплекс хранения отходов представлял собой зарытый в землю бетонный «гроб» с ячейками для 20 контейнеров из нержавеющей стали. Так как ядерная реакция не была завершена до конца, то всю эту массу необходимо было охлаждать водой, которая циркулировала между стенками контейнера и бетоном. Все емкости были оборудованы вентиляционной системой, а также всевозможными датчиками - тепла, уровня жидкости и т. д. Отходов было много, они накапливались в этих самых емкостях в бетонных хранилищах [1].

К концу сентября 1957 года в одной из емкостей по хранению высокоактивных отходов произошла поломка системы охлаждения. Ситуацию усугубило и то, что одновременно с выходом из строя охлаждения, также произошел сбой в системе контроля. За полчаса до этого в подземную галерею к емкостям спустилась дежурная бригада. Насторожил желтый дым из-под земли. Внутри было очень жарко. Думали, что это короткое замыкание, но найти проблему не смогли и ушли. Оказалось, что сломалось охлаждение. Контейнер вскипел до +330 градусов.

Существует и другая версия катастрофы: в соответствии с ней сотрудники комбината по ошибке добавили раствор оксалата плутония в бак-испаритель с горячим раствором нитрата плутония. Химическая реакция окисления выделила огромное количество энергии, что и привело к перегреву и последующему взрыву, мощность которого была оценена в 70-100 тонн тринитротолуола [1].

В 16.22 раздался взрыв. Бетонная крышка весом 160 тонн, что закрывала цилиндр с отходами, отлетела в сторону. Взрыв повредил крышки других емкостей. В радиусе 200 метров вышибло стекла, двери и даже ворота. В 19.20 воздушные массы из района химкомбината направились в направлении села Багарьяк и города Каменск-Уральский в Свердловской области. Около 2.00 радиоактивное облако достигло территории Тюменской области.

Примерно в 23.00 было замечено странное свечение в небе; основными цветами этого свечения были розовый и светло-голубой. Свечение вначале охватывало значительную часть юго-западной и северо-восточной поверхности небосклона, далее его можно было наблюдать в северо-западном направлении. Люди думали, что это северное сияние. Больше 11 часов ядовитое облако покрывало небо, а новостная заметка подводила «Полярные сияния... можно будет наблюдать и в дальнейшем в Южно-Уральском регионе». Люди за сто километров от взрыва в центре Челябинска также могли наблюдать это свечение.

В первые часы после аварии люди, оказавшиеся недалеко от эпицентра, стали свидетелями еще одного странного явления — пошел снег: с неба сыпались белесые хлопья и, не тая устилали землю, крыши, липли к стенам, оседали на лица. Радиоактивный снегопад продолжался целые сутки.

30 сентября был полностью завершен процесс формирования радиоактивного следа без учета последующей миграции.

В 4 часа утра 30 сентября 1957 года на промышленной площадке была произведена первая грубая оценка уровня радиационного заражения. С 30 сен-

тября начато изучение радиационной обстановки за пределами комбината и города Челябинск-40. Первые же измерения загрязненности, произведенные в близлежащих населенных пунктах, которые накрыло радиоактивное облако, показали, что последствия радиационной аварии очень серьезные. Так, мощность экспозиционной дозы в Сатлыково, расположенным в 18 км, составила до 300 мкР/с, в Галикаево (23 км) — до 170 мкР/с, в Юго-Конево (55 км) — до 6 мкР/с [2].

В зоне радиационного загрязнения оказалась территория нескольких предприятий комбината «Маяк», военный городок, пожарная часть, колония заключенных и далее территория площадью 23 000 км² с населением 270 000 человек в 217 населенных пунктах трех областей: Челябинской, Свердловской и Тюменской. Сам Челябинск-40 непосредственно от выпадения радионуклидов не пострадал, так как оказался с наветренной стороны. 90 % радиационных загрязнений выпали на территории химкомбината «Маяк», а остальная часть рассеялась дальше [2].

При аварии подверглось воздействию радиации 1007 человек личного состава внутренних войск МВД СССР, осуществлявших охрану объектов атомной промышленности, из них 12 военнослужащих, получивших облучение свыше 50 рентген, были госпитализированы, а 63 военнослужащих, получивших облучение от 10 до 50 рентген, помещены под постоянное медицинское наблюдение [3].

В ходе ликвидации последствий аварий в 1957—1960 годах были отселены и захоронены следующие 23 населенных пункта.

В память о ликвидаторах поставили памятник в городе Кыштым. По правде говоря, город Кыштым не имеет никакого отношения к трагедии, а название «Кыштымская трагедия» было растиражировано СМИ уже в 90-х годах, когда правда об аварии всплыла в архивах, а секретность функционирующих объектов еще оставалась.

Заключение. Территория, на которой выпали радиоактивные осадки, позже будет названа ВУРС – восточно-уральский радиоактивный след, а основная загрязнённая часть в 700 квадратных километров получит статус Восточно-уральского государственного заповедника, которым она и является, по сей день.

На территории заповедника проводятся различные опыты и исследования: ученые изучают воздействие радиации на животных и растения. Территория заповедника имеет официальный запрет на посещение – уровень радиации до сих пор смертельно опасен для человека.

Литература.

1. *Медведев, Ж. В. Размышления о причинах и последствиях Кыштымской аварии хранилища ядерных отходов / Ж. В. Медведев. — Москва: Время, 2017. — 304 с.*
2. *Толстиков, В. С. Ядерное наследие на Урале: исторические оценки и документы / В. С. Толстиков, В. Н. Кузнецов ; под общей ред. В. В. Алексеева, Г. Н. Рыкованова — Екатеринбург: Банк культурной информации,*

2017 — 400 с. 3. Челябинская область: ликвидация последствий радиационных аварий /А. В. Аклеев [и др.]. — 2-е изд., испр. и доп. — Челябинск: Южно-Уральское книжное издательство, 2006. — 344 с.

УДК 613.648.4

БЕЛУХА А.В., (учащаяся 10 класса)

Научный руководитель – **Арашкова Т.М.**, учитель биологии

ГУО «Средняя школа № 11» г. Могилёв, Республика Беларусь.

ВОЗДЕЙСТВИЕ НИЗКОЧАСТОТНЫМ ВЫСОКОПОЛИГОНАЛЬНЫМ РАДИОАКТИВНЫМ ПОЛЕМ НА БЕЛОК РАЩЕПЛЯЮЩИЙСЯ В ЖКТ

Введение. В 1986 году, при взрыве четвёртого энергоблока Чернобыльской АЭС пострадала огромная часть населения южной территории Беларуси. Наряду с обострением ситуации с онкологическими заболеваниями, было отмечено, что при длительной работе с радиоактивными изотопами, даже при хорошей защите, ухудшаются и показатели активности ЖКТ человека, вплоть до полного нарушения работы желудочно-кишечного тракта. Актуальность исследования заключается в необходимости экспериментальным путём установить зависимость скорости работы ферментов ЖКТ под воздействием НВР облучения.

Материалы и методы исследований. Объект исследования: процесс расщепления белка в растворах моделирующих желудочный и поджелудочный сок под облучением низкочастотным ионизирующим излучением. Цель исследования: доказать, что под воздействием такого рода излучения нарушается структура фермента. Гипотеза работы: НВР (низкочастотное высокополигональное радиоактивное излучение) влияет на активность ферментов желудочной и поджелудочной систем, нарушая их структуру.

Желудочная среда – среда полости желудка, с кислотностью 1-4 рН, наличием соляной кислоты, фермента пепсина, бикарбонатов и аммиака. Поджелудочная среда – среда полости кишечника, с открытыми протоками поджелудочной железы. Характеризуется щелочной средой: 8-10 рН, наличием бикарбонатов, фермента панкреатина и аммиака. НВР излучение – вид радиоактивного излучения, которое влияет только на живые организмы водных растворов. Характеризуется проходной силой в 12 рентген/час

Методы исследования: экспериментальный, анализ, синтез данных, наблюдение, моделирование, сопоставление данных.

В ходе работы:

1. Были созданы растворы, моделирующие желудочный и поджелудочный соки
2. Был собран излучатель НВР.
3. Были проведены эксперименты.

Суть экспериментов. Создаются две колбы с одинаковой средой. Одна из колб со средой облучается в излучателе НВР. После чего при использовании датчика оптической плотности изучается активность расщепления белка растворами из двух колб.

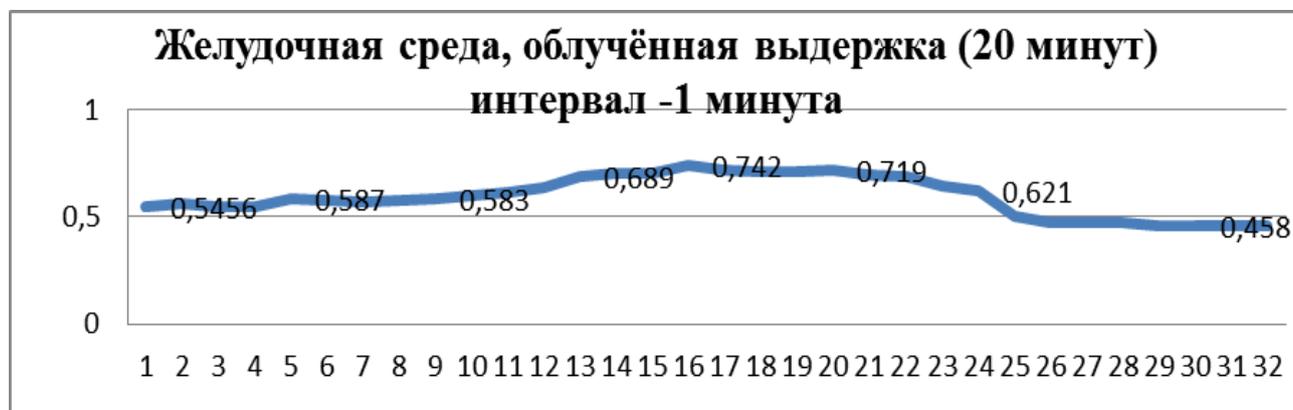
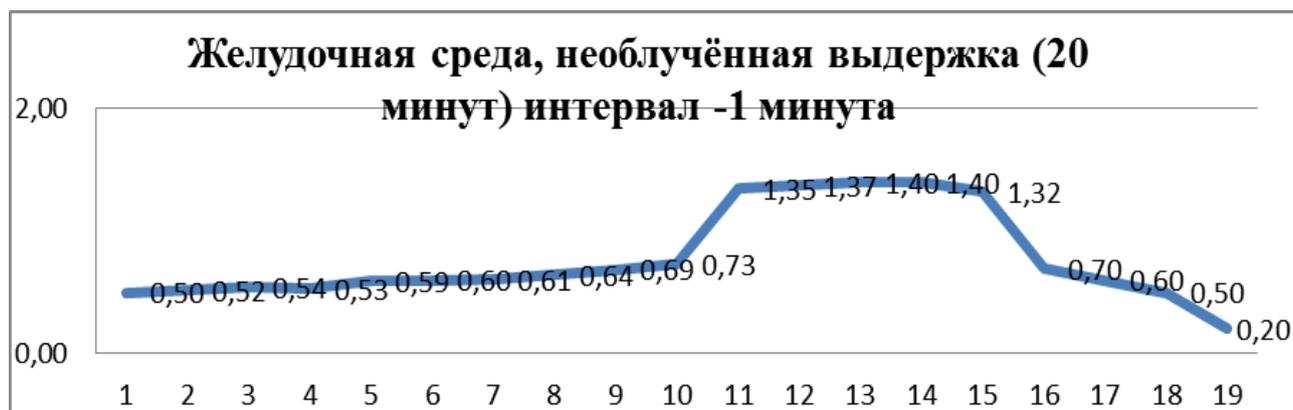
Эксперимент. В стерильную химическую посуду налили воду дистиллированную объёмом 1 литр. По каплям добавили соляную кислоту до получения уровня кислотности. Далее добавили 1,75 грамм измельчённого пепсина, размешали в центрифуге, и добавили 5 грамм аммиака.

При создании поджелудочной среды были проведены те же действия, только препарат Ацедин-Пепсин был заменён на ПАНКРЕАТИН – 2000, а соляная кислота – на щёлочь. Был использован генератор НВР модели РК -1997. С мощностью излучения в - 7 рентген.

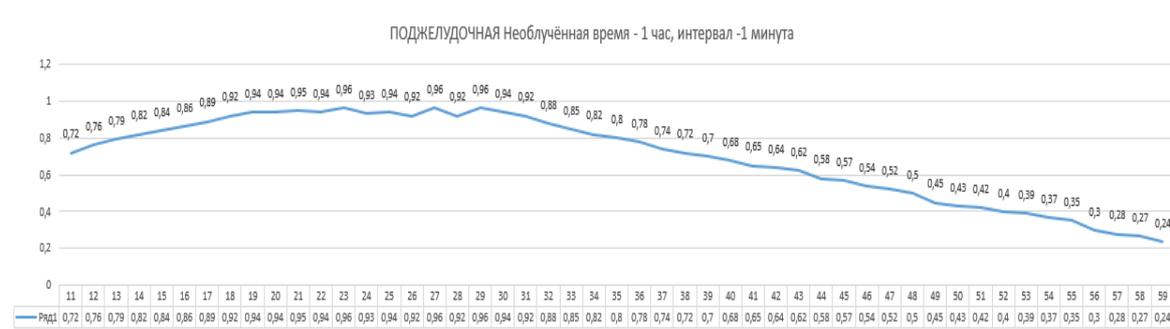
Были проведены эксперименты согласно описанному ходу работы.

Были взяты две колбы с желудочной средой. Одна из них облучалась в установке НВР. Далее среда, облучённая и необлученная, наливались в пробирки, и в них добавлялся белок в отношении 1:2. Субстанция встряхивалась, и наливалась в кювету датчика оптической плотности ДОП-1. Так же поступили и с поджелудочной средой.

По прохождении времени датчик показывал графики.



Поджелудочная среда.



По графикам видно, что среды, находившиеся под облучением, резко снижают активность работы. Вероятнее всего это связано с нарушением ферментов.

Заключение. В результате проведенного исследования можно сделать выводы: 1. Наиболее чувствительным даже к слабому типу радиоактивного излучения является желудочно-кишечный тракт, а именно: желудок и поджелудочная железа. 2. Действительно радиоактивное излучение резко снижает активность работы ферментов пищеварительной системы.

Литература.

1. Биология : учеб. пособие для 9-го кл. учреждений общ. сред. Образования с рус. яз. обучения/ М. В. Мащенко, О.Л. Борисов.- 3-е изд., перераб. – Минск : Нар. асвета, 2011 . -207 с. : ил.
2. Морозов, А.А. Экология человека, компьютерные технологии и безопасность оператора. // Вестник экологического образования в России. - 2003, № 1. Д. Никитин, Ю. Новиков "Окружающая среда и человек", Изд. 2-ое, М., Изд. Высш. школа, 1986 г.
3. Швырев А. А. Анатомия и физиология человека с основами общей патологии / А. А. Швырев; под. общ. ред. Р. Ф. Морозовой. — Ростов н/Д Феникс, 2012. — 411, [1] с. — (Медицина).
4. Химия: 10 класс/ Авторы: Шарапа, Ельницкий, Беларусь 2013 г.
5. Химия: 9 класс/ Авторы: Шарапа, Ельницкий, Беларусь 2015 г.

УДК 57.089

БРИЩУК А.А., 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

РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ АВАРИИ НА ЧАЭС

Введение. 26 апреля 1986 года, произошла страшная катастрофа, причинившая огромный вред окружающей флоре и фауне. Авария на ЧАЭС привела к выбросу из активной зоны реактора 50 МКи радионуклидов и 50 МКи радиоактивных благородных газов, что составило 3 - 4% от исходного количества радионуклидов в реакторе, которые поднялись с током воздуха на высоту 1200 м. Выброс радионуклидов в атмосферу продолжался до 6 мая, пока разрушенную активную зону реактора не забросали мешками с доломитом, песком, глиной и свинцом. И все это время в атмосферу поступали радионуклиды, которые развеялись ветром по всему миру. Отдельные мелкодисперсные частицы и радиоактивные газы были зарегистрированы на Кавказе, в Средней Азии, Сибири, Китае, Японии, США. 28 апреля на большей части северной Европы наблюдалось повышение радиационного фона на 10% от исходного уровня. Выпадение радиоактивности наблюдалось даже в районе Балтийского моря в виде длинного узкого следа. Сильному радиоактивному загрязнению подверглись Гомельская и Могилевская области Беларуси, некоторые районы Киевской и Житомирской областей Украины, часть Брянской области России. Но основная часть радионуклидов осела в так называемой 30-километровой зоне и к северу от нее. В результате выброса было выделено в атмосферу 23 основных радионуклидов.

Материалы и методы исследований. Целью исследования являлась изучение радиобиологических эффектов во флоре и фауне, связанных с последствиями аварии на ЧАЭС. Методологию исследования составили эмпирические и теоретические общенаучные методы: контент-анализ, изучение, обобщение, синтез, сравнение.

Результаты исследований. Наиболее сильно пострадала территория, находящаяся в непосредственной близости от 4-го блока. От мощного облучения короткоживущими изотопами погибла часть хвойного леса. Умершая хвоя была рыжего цвета, а сам лес таил в себе смертельную опасность для всех, кто в нем находился. После осыпания хвои из голых ветвей проглядывали редкие зеленые листья березы – это говорило о большей устойчивости лиственных деревьев к радиации. У выживших хвойных деревьев летом 1986 года наблюдалось ингибирование роста, некроз точек роста, рост спящих почек, уплощение хвои, иголки ели по длине напоминали сосновые. Вместе с тем наблюдались компенсаторные реакции: увеличение продолжительности жизни хвои в ответ на снижение митотической активности и рост спящих почек в связи со смертью точек роста [2]. Весь мертвый лес площадью в несколько гектар был вырублен, вывез-

зен и навсегда погребен в бетоне. В оставшихся лесах предполагается замена хвойных деревьев на лиственные. В результате катастрофы погибли все мелкие грызуны. Исчез с лица земли целый биоценоз хвойного леса, а сейчас там – буйное разнотравье случайной растительности.

Вода так же была подвержена радиоактивному загрязнению, как и земля. Водная среда способствует быстрому распространению радиоактивности и заражению больших территорий до океанических просторов. Пруд-охладитель, который находится в 6 км от ЧАЭС, на правом берегу реки Припять, подвергся облучению в дозе свыше 1000 бэр. В нем скопилось огромное количество продуктов деления урана. Большинство организмов, населяющих его, погибли и покрыли дно сплошным слоем биомассы. Сумели выжить лишь несколько видов простейших [4].

Впервые дни после аварии дикие животные получили до 150 – 20000 бэр на щитовидную железу от йода – 131. Прежде всего, пострадали дикие кабаны, волки, донные рыбы. Внутреннее облучение многих млекопитающих вызвало рост заболеваемости, преждевременную гибель, сокращение срока жизни, снижение плодовитости. Наблюдаются и генетические последствия. Так, иногда наблюдаются необычно большие зайцы, ежи без колючек, другие уродства. Наблюдается также отсутствие потомства у волчиц. Вместе с тем, наблюдается некоторое увеличение численности диких кабанов, лосей, волков, отдельных видов птиц. Это связано с тем, что со значительных территорий произошло отселение людей, созданы заповедники, где пищи больше, а угрозы от человека стало меньше [4].

Более устойчивыми к облучению оказалось большинство птиц, для которых летальная доза при облучении всего тела составляет от 460 до 3000 бэр, в то же время дозы, которые влияют на потомство составляют 50–200 бэр.

Еще более устойчивыми к радиации оказались рептилии, земноводные и беспозвоночные. Например, летальная доза у беспозвоночных составляет не менее 10000 бэр. Вместе с тем при дозах 10000 бэр у беспозвоночных резко снижается плодовитость.

Выдерживают значительные дозы облучения и рыбы, но у них при небольших дозах появляются генетические последствия. Абсолютная и относительная плодовитость рыб уменьшилась.

В Беларуси зона радиоактивного загрязнения охватила 26% лесного фонда (1,73 млн. га) и большую половину луговых угодий в поймах рек. Биологические эффекты воздействия радиации на растения зависят от поглощенной дозы за счет внешнего и внутреннего облучения. Наиболее чувствительны к радиации деревья, менее чувствительны кусты, травянистые виды и еще менее чувствительны мхи и лишайники. Однако поглощают радионуклиды различные растения по-разному. Воздействие радиации на растения зависит от степени загрязнения и вызывает разные последствия. Например, при загрязнении до 40 Ки/км² наблюдается ускорение роста хвойных деревьев, но при загрязнении 200 Ки/км² и выше прекращается их рост [2]. При незначительном радиоактивном загрязнении наблюдается рост и некоторых лиственных деревьев.

В то же время при определенных уровнях загрязнения (свыше 3700 кБк/ м²) у некоторых растений наблюдается замедление роста, снижение урожайности, увядание, гибель, потеря способности к воспроизводству.

Количество накопленных радионуклидов в растениях зависит и от типа почв. Особенно много радионуклидов содержится в торфяниках, меньше - в песках и еще меньше - в супеси и суглинке. Повышенное количество радионуклидов находится в растениях переувлажненных и лугопастбищных угодий.

Исследования показали, что почти у всех растений отмечаются нарушения на клеточном уровне: разрывы хромосом, хромосомные aberrации, изменение интенсивности фотосинтеза, синтеза пигментов и др. Чем больше плотность загрязнения, тем больше изменения. Однако замечено, что с уменьшением плотности загрязнения процессы на молекулярном и клеточном уровне восстанавливаются [4].

Генетические последствия радиационного загрязнения для растений оцениваются сегодня по-разному. Например, есть сведения о снижении способность семян к прорастанию, об отклонениях в процессах фотосинтеза и образования белка. Исследования свидетельствуют о продолжающемся процессе накопления радионуклидов в древесине основных лесобразующих пород за счет корневого поступления. В пищевой продукции леса наиболее загрязнены грибы и ягоды (черника, клюква, земляника) [3].

Заключение. Таким образом, сама по себе растительность не стоит перед угрозой исчезновения или деградации, за исключением небольших участков территории, так как в основном растительность оказалась радиоустойчивой. Вытеснение хвойных пород лиственными на незначительных территориях не внесет дисбаланса в природную среду.

Как уже отмечалось, на территории Республики Беларусь имеются участки, загрязненные плутонием-239. Так как плутоний альфа-излучатель и имеет большой период полураспада, то существует опасность внутреннего облучения диких животных в течение многих тысяч лет. Правда, такие участки территории составляют всего 2% от общей территории республики. И все же, экологические последствия такого загрязнения предсказать пока невозможно.

В целом растительный и животный мир республики пострадал незначительно, но накопление радионуклидов в растениях и организмах животных создает угрозу здоровью людям по цепям питания.

Литература.

1. Алексахин, Р. М. Радиационная биология. Радиоэкология : Т. 36. / Р. М. Алексахин. – вып. 4. – Москва : Юрист, 1996.. – С. 451-457
2. Кевра, М.К. Растения против радиации / М. К. Кевра. – Минск : Вышэйшая школа, 1993. – 305 с.
3. Лес. Человек. Чернобыль / Под общ. ред. акад. НАНБ В. А. Ипатьева. – Гомель, 1999. – 454 с.
4. Последствия чернобыльской катастрофы в Республике Беларусь. Национальный доклад. / Под редакцией акад. Конопки Е. Ф., проф. Ролевича И. В. – Минск : Министерство по чрезвычайным ситуациями и защи-

те населения от последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС Республики Беларусь, Академия наук Беларуси, 1996.

УДК 631.145:614.876

БУЗИКОВА Ю.А., студент 2 курса 11 группы, 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

ВЕДЕНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Введение. Чернобыльская катастрофа – крупнейшая катастрофа в истории человечества. 26 апреля 1986 года на Чернобыльской атомной электростанции (Украинская ССР, ныне Украина) произошел взрыв четвертого атомного энергоблока. Реактор был полностью разрушен, в кратчайший срок в окружающую среду было выброшено ужасающе огромное количество радиоактивных веществ. Взрыв на четвертом энергоблоке Чернобыльской атомной электростанции – это одна из крупнейших техногенных катастроф 20 века, которая сильно подкосила репутацию атомной энергетики. После катастрофы в течение 16 лет в странах Европы и Северной Америки не построили ни одной атомной электростанции, а в России было заморожено строительство 10 АЭС.

Материалы и методы исследований. Цель нашей работы было изучить ведение хозяйственной деятельности на загрязненных территориях после аварии на Чернобыльской атомной станции. Методологию исследования составили эмпирические и теоретические общенаучные методы: анализ, изучение, обобщение, синтез.

Результаты исследований. В сельскохозяйственном пользовании Республики Беларусь находится более 1,0 млн га земель, загрязненных Cs-137 с плотностью 1 Ки/км² и выше, в том числе 350 тыс. га земель, одновременно с цезием загрязнены Sr-90 с плотностью 0,15 Ки/км² и выше. Это долгоживущие изотопы, которые в течение долгого времени будут определять уровень дозовых нагрузок на население и радиоактивное загрязнение продукции.

За послеварийный период в результате осуществления комплекса действий по устранению изотопов, естественного распада и фиксации их в почве, поступление Cs-137 в сельскохозяйственную продукцию снизилось в 10-12 раз, а Sr-90 в 2-3 раза. Самыми загрязненными территориями являются Гомельская (66 %) и Могилевская (24 %) области. Загрязнение пахотных земель и луговых угодий Беларуси цезием-137 составило 23 % от всей площади республики.

В наибольшей степени последствия катастрофы затронули сельскохозяйственную сферу Республики Беларусь. Из оборота выведено 2,64 тыс. кв. км сельскохозяйственных угодий. Закрыто девять заводов перерабатывающей

промышленности агропромышленного комплекса, ликвидировано 54 колхоза и совхоза. Резко сократились посевные площади и валовой сбор сельскохозяйственных культур, существенно уменьшилось поголовье скота.

Главной задачей ведения сельскохозяйственного производства на загрязненной территории является получение продукции с содержанием выше указанных радионуклидов в пределах допустимой нормы. С этой целью разработан комплекс специальных защитных мероприятий, позволяющих снизить концентрацию радионуклидов в сельскохозяйственной продукции, основными из которых являются:

Подбор культур. В республике насчитывается 192 тыс. га пахотных земель, которые загрязнены стронцием-90. На 113 тыс. га почв отмечается повышенное содержание этого изотопа во всех видах грубых кормов, что говорит нам о непригодности их для производства цельного молока. Они частично подходят только для скармливания при производстве молока-сырья скоту и для производства мяса. Также на этих землях невозможно получение продовольственного картофеля и зерна.

Вследствие выше описанной проблемы разработаны типовые схемы севооборотов в зависимости от уровня и характера загрязнения почв. Подбор культур и сортов с минимальным накоплением радионуклидов является наиболее достигаемым средством снижения поступления радионуклидов из почвы в урожай.

Обработка почв. Система обработки почв в зоне радиоактивного загрязнения ориентирована на сокращение времени воздействия излучения на работающих в поле, понижение накопления радионуклидов в урожае и уменьшение эрозионных процессов. Мелиоративная глубокая вспашка, которая сокращает поступление радионуклидов в растения имела ограниченное применение на территории Республики Беларусь. На эродированных и эрозионно опасных, уплотненных и временно избыточно увлажняемых почвах рекомендовано применять периодическое глубокое рыхление. Предпосевную обработку следует проводить высокопроизводительными комбинированными агрегатами. Она обеспечивает выполнение сразу нескольких операций за один проход, что позволяет сократить внешние дозовые нагрузки на механизаторов на 30-40 %. На сенокосах и пастбищах желателно проводить прикатывание с посевом трав или обновлять травостой путем подсева трав в дернину, а также проводить поверхностное фрезерование.

Известкование кислых почв. Одним из наиболее эффективных способов сокращения поступления радионуклидов в почвы является внесение извести. Этот прием обеспечивает снижение поступления изотопов в урожай в пределах 1,5-3 раз в зависимости от степени кислотности и типа почв. Минимальное накопление радионуклидов в растениеводческой продукции отмечается при оптимальных показателях кислотности почв, которые для дерново-подзолистых почв составляют: глинистых и суглинистых - 6,0-6,7; супесчаных - 5,8-6,2; песчаных - 5,6-5,8. На торфяно-болотных и минеральных почвах сенокосов и

пастбищ оптимальные показатели рН составляют, соответственно, 5,0-5,3 и 5,8-6,2.

Удобрения. Использование органических удобрений сокращает переход радионуклидов из почвы в растения. Изучение действия большого набора мелиорантов показало, что снижение накопления цезия-137 и стронция-90 в продукции при их применении составляло 15-30 %. При небольшом радиусе перевозок возможно использование кремнеземистых и карбонатных сапропелей в дозах 60-80 т/га под пропашные культуры. При внесении полной дозы карбонатного сапропеля исключается потребность известкования кислых почв. Во всяком случае экономически более эффективно известкование только при очень низком содержании соответствующих микроэлементов.

Защита растений. Также способствуют снижению накопления радионуклидов в продукции мероприятия по химической защите растений от вредителей, болезней и сорняков. Интегрированная система защиты растений помогает снизить переход радионуклидов в растениеводческую продукцию на 10-40 %. Этот прием особенно эффективен при возделывании картофеля на почвах с плотностью загрязнения стронцием-90 более 18,5 кБк/кв.м.

Регулирование водного режима. Многозначимым приемом уменьшения содержания радионуклидов в урожае сельскохозяйственных культур является осушение переувлажненных земель. Для большинства торфяных и заболоченных почв минимальное поглощение растениями радионуклидов обеспечивается на уровне грунтовых вод, т.е 90-120 см от поверхности почвы.

Масштабность и уровень радиоактивного загрязнения территории радионуклидами выявляют трудности и в ведении животноводства. Необходимо принимать во внимание закономерности перехода цезия-137 и стронция-90 из кормов в молоко и мясо крупного рогатого скота, овец, свиней и домашней птицы, для предотвращения производства молока и мяса с содержанием выше допустимых уровней. Желательно технологическое разделение кормов в зависимости от степени их загрязнения радионуклидами и возможности получения различной продукции.

Заключение: Таким образом, мы видим, что ведение хозяйственной деятельности на загрязненных территориях возможно, однако для этого необходимо уменьшить содержание в почве радионуклидов, чего мы можем достигнуть при помощи комплекса специальных защитных мероприятий.

Литература.

1. <https://inis.org/collection/NCLCollectionStore/Public/30/006/30006827.pdf>.
2. Наумов И. А. *Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций: учеб. пособие/ И.А. Наумов, Т.И. Зиматкина, С.П. Сивакова.* – Минск: Вышэйшая школа, 2015, - 287 с.: ил. ISBN9789850625441.

ТИПЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ И ИХ НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ

Введение. Атомная энергетика на сегодняшний день является активно развивающейся отраслью. Очевидно, что ей предназначено большое будущее, так как запасы нефти, газа, угля постепенно иссякают. Поэтому цель данной работы – ознакомиться с классификацией ядерных реакторов и провести сравнительную характеристику канального и корпусного ядерных реакторов. [1].

Материал и методы исследования. Материалом исследования послужили научные работы специалистов, связанные с разработкой и моделированием ядерных реакторов. Применяли следующие методы: анализ, сравнение, обобщение и интерпретация представленных результатов.

Результаты исследований. Ядерный (атомный) реактор – устройство, в активной зоне которого осуществляется контролируемая самоподдерживающаяся цепная реакция деления ядер (ЯЦР) некоторых тяжёлых элементов под действием нейтронов. Любой ядерный реактор состоит из следующих частей:

- Активная зона (центральная часть реактора, где протекает самоподдерживающаяся ядерная цепная реакция и выделяется энергия) с ядерным топливом (служит для получения энергии в ядерном реакторе, представляет собой смесь материалов, содержащих делящиеся ядра) и замедлителем нейтронов (вещество, используемое для уменьшения энергии нейтронов в ядерных реакторах; графит, тяжёлая вода);

- Отражатель нейтронов (слой вещества (графита, тяжелой воды), окружающий активную зону ядерного реактора и служащий для уменьшения утечки нейтронов из активной зоны; позволяет уменьшить критическую массу делящегося вещества и увеличить объем мощности с единицы объема активной зоны), окружающий активную зону;

- Теплоноситель (для отвода выделяющейся энергии);

- Система регулирования цепной реакции, в том числе аварийная защита;

- Радиационная защита;

- Система дистанционного управления. [2; 3; 4].

Водо-водяной энергетический реактор или ВВЭР - реактор, использующий в качестве замедлителя и теплоносителя обычную воду. Активная зона водо-водяного реактора набрана из тепловыделяющих сборок, заполненных пластинчатыми или цилиндрическими тепловыделяющими элементами. Корпус тепловыделяющей сборки изготавливается из листового материала (алюминия, циркония), слабо поглощающего нейтроны. Сборки размещают в цилиндрической клетке, которая вместе со сборками помещается в корпус реактора. Коль-

цевое пространство между ним и внешней стенкой клетки, заполненное водой, выполняет роль отражателя. Вода, проходя снизу вверх через зазоры между тепловыделяющими элементами, охлаждает их. Таким образом, она выполняет роль теплоносителя, замедлителя и отражателя. Корпус реактора рассчитывается на прочность, исходя из давления воды.

Достоинства ВВЭР: технология изготовления таких реакторов хорошо изучена и отработана; вода, обладая хорошими теплопередающими свойствами, относительно просто и с малыми затратами мощности перекачивается насосами; использование воды в качестве теплоносителя позволяет осуществить непосредственную генерацию пара в реакторе (кипящий реактор); легкая вода используется также для организации пароводяного цикла во вторичном контуре; невоспламеняемость и невозможность затвердевания воды упрощает проблему эксплуатации реактора и вспомогательного оборудования; использование воды обеспечивает безопасность эксплуатации реактора; в реакторах такого типа можно достичь отрицательного температурного коэффициента реактивности, что предохраняет реактор от произвольного разгона мощности.

Недостатки ВВЭР: вода постоянно корродирует, поэтому тепловыделяющие элементы должны снабжаться антикоррозионными покрытиями (обычно цирконий); При повышенных температурах воды конструкционные материалы также должны подбираться с достаточно хорошими антикоррозионными свойствами, или должен вестись специальный водно-химический режим, связывающий кислород образующийся в воде при её радиолизе; подбор коррозионно-устойчивых материалов усложняется необходимостью иметь высокое давление воды при повышенных температурах; необходимость иметь высокое давление в реакторе усложняет конструкцию корпуса реактора и его отдельных узлов [2; 3; 4].

РБМК (Реактор Большой Мощности Канальный) - ядерный реактор, активная зона которого представляет собой набор технологических каналов, расположенных в массе замедлителя. Каждый канал представляет собой герметичную конструкцию, в которой заключено ядерное топливо, системы управления и защиты, а также каналы для прокачки теплоносителя. Технологические каналы не зависят друг от друга и допускают замену без остановки реактора.

Преимущества РБМК: отсутствие общего герметичного корпуса высокого давления, и, как следствие, нет ограничений на размер активной зоны и мощность реактора; перезагрузка топлива без остановки реактора; реакторы РБМК безопасны лишь при правильной их эксплуатации и хорошо разработанных системах защиты, но зато способны использовать малообогащенное топливо или даже отработанное топливо ВВЭР.

Недостатки РБМК: присутствие в активной зоне большого количества конструкционных материалов, поглощающих нейтроны; большое количество трубопроводов и различных вспомогательных подсистем, что требует наличия большого количества высококвалифицированного персонала; необходимость проведения поканального регулирования расходов, что может повлечь за собой аварии, связанные с прекращением расхода теплоносителя через канал; более

высокая нагрузка на оперативный персонал по сравнению с ВВЭР, связанная с большими размерами активной зоны и постоянно ведущимися перегрузками топлива в каналах; положительный температурный коэффициент реактивности, который, при неправильной эксплуатации, может привести к неконтролируемому увеличению мощности. Данный недостаток стал одной из причин аварии на Чернобыльской АЭС [2; 3; 4].

Заключение. Рассмотрены два основных типа энергетических ядерных реакторов, а также их основные особенности, достоинства и недостатки. С развитием атомной энергетики должно идти постоянное совершенствование ядерных энергетических установок и повышение их безопасности.

Литература.

1. *Основы теории и методы расчета ядерных реакторов: Учеб. пособие для вузов/Г.Г.Бартоломей, Г.А. Бать, В.Д. Байбаков, М.С. Алтухов.- 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Энергоатомиздат, 1989.-512с.: ил.* 2. *Кошелев Ф.П. Нейтронно-физический и теплогидравлический расчет реактора на тепловых нейтронах : учебное пособие / Ф. П. Кошелев, И. В. Шаманин ; Под ред. В. И. Бойко. — Томск: Издво ТПУ, 1996. — 80 с.* 3. *Алтухов Д. Е. Расчет нестационарных и переходных нейтроннофизических процессов в реакторе на тепловых нейтронах: учебное пособие / Д. Е. Алтухов, Ф. П. Кошелев, И. В. Шаманин ; Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во ТПУ, 1998. — 126 с.* 4. *Климов А. Н. Ядерная физика и ядерные реакторы: учебник / А. Н. Климов. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 2002. — 464 с.*

УДК 614.873:63

ВЛАСЮК М.А., студент (3 курс, ФВМ)

Научный руководитель – **НАУМОВ А.Д.**, доктор биологических наук

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

ВЕДЕНИЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА В УСЛОВИЯХ РАДИАЦИОННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Введение. Экологическая обстановка в Республике Беларусь резко обострилась в связи с катастрофой на Чернобыльской АЭС, в результате которой пятая часть территории оказалась в зоне воздействия радиоактивного загрязнения. По своим масштабам и долговременным последствиям эта авария является крупнейшей экологической катастрофой. Глобальность ее заключается не только в радиоактивном загрязнении больших территорий, но и в том, что она охватила практически все сферы общественной жизни, многие области науки и производства. Сельское хозяйство является отраслью, наиболее пострадавшей от Чернобыльской катастрофы [1].

Материалы и методы исследований. Материалом исследования послужили научные работы отечественных специалистов, связанные с изучением ведения агропромышленного комплекса (АПК) в условиях радиационного загрязнения, рекомендации, регламентирующие порядок ведения сельскохозяйственного производства на загрязненных радионуклидами землях.

Основные методы: теоретический анализ научных источников по исследуемой проблеме, сравнение, обобщение и интерпретация представленных результатов.

Результаты исследований. В Беларуси радиоактивному загрязнению с плотностью выше 37 кБк/м^2 по цезию-137 подверглось более 1,8 млн. гектаров сельскохозяйственных угодий, что составляет 20,8% от общей площади, из которых 265 тыс. гектаров с плотностью загрязнения цезием-137 свыше 1480 кБк/м^2 , стронцием-90 – 111 кБк/м^2 , плутонием – более $3,7 \text{ кБк/м}^2$ были исключены из сельскохозяйственного оборота.

В настоящее время сельскохозяйственное производство в Беларуси ведется на 1296,8 тыс. га земель, загрязненных цезием-137 с плотностью более 37 кБк/м^2 .

В государстве создана система радиационного мониторинга почв. Ситуация по загрязнению сельскохозяйственных угодий периодически уточняется. За послеаварийный период возвращено в сельскохозяйственный оборот 14,6 тыс. га ранее выведенных из пользования земель [4].

На территории радиоактивного загрязнения после катастрофы на Чернобыльской АЭС ведущим с точки зрения радиационной опасности является цезий-137. Отличительная особенность миграции цезия-137 в системе «почва – растение – продукция животноводства» – исключительно высокая мобильность этого радионуклида в регионах распространения легких песчаных и супесчаных почв подзолистого и болотного типов. Коэффициенты перехода цезия-137 из почв в растения в 5-10 и более раз выше, чем на суглинках и глинистых почвах, обогащенных элементами минерального питания растений.

Второй представляющий интерес радионуклид – стронций-90. Переход стронция в продукцию животноводства связан не только с уровнем загрязнения территории, но и с характером использования кормовой базы.

Среди пищевых продуктов, с которыми радионуклиды поступают в организм человека, молоко, мясо являются основными источниками дополнительного внутреннего облучения.

Накопление радионуклидов в организме связано со свойствами радионуклида, уровнем и полноценностью кормления животных, видом животных, их возрастом и физиологическим состоянием. На основании обобщения экспериментального материала последних лет установлены коэффициенты перехода радионуклидов из суточного рациона в продукцию животноводства.

Основные проблемы, требующие решения при организации агропромышленного производства на территориях с повышенным содержанием радионуклидов, — получение сельскохозяйственной продукции, отвечающей радио-

логическим стандартам, и минимизация доз облучения специалистов, занятых в АПК [1].

Для получения сельскохозяйственной продукции с допустимым содержанием радионуклидов и обеспечения радиационной безопасности населения разработаны и реализуются организационные, агротехнические, агрохимические, технологические и санитарно-гигиенические мероприятия [2].

В основу организации агропромышленного производства на загрязненных угодьях положен зональный принцип, согласно которому особенности ведения сельского хозяйства, а также интенсивность защитных мероприятий, направленных на получение продукции, отвечающей радиологическим стандартам, определяются плотностью радиоактивного загрязнения, исходя из которого, территорию разделяют на зоны с определенным содержанием радионуклидов. Разделение на зоны по плотности радиоактивного загрязнения определяется неодинаковым накоплением биологически значимых радионуклидов в основных сельскохозяйственных продуктах (молоко, мясо, продукция растениеводства и др.).

Согласно Закону Республики Беларусь «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС», ведение сельскохозяйственного производства на территории, загрязненной радионуклидами цезия-137 и стронция-90, возможно в трех зонах.

К первой зоне относятся земли с плотностью загрязнения цезием-137 1-5 Ки/км² и стронцием-90 менее 0,3 Ки/км², где производство ведется в обычном порядке и содержание радионуклидов в продукции не превышает республиканские допустимые уровни.

Во вторую зону входят земли с плотностью загрязнения цезием-137 5-15 Ки/км² и стронцием-90 0,3-1 Ки/км².

Третья зона включает земли с плотностью загрязнения цезием-137 15-40 Ки/км² и стронцием-90 1-3 Ки/км².

В последних двух зонах производство продукции ведется с внедрением специальных приемов, направленных на снижение поступления радионуклидов в продукцию растениеводства и животноводства. Производство сельскохозяйственной продукции в зонах радиоактивного загрязнения регламентируется «Руководством по ведению агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь», которое издается с учетом изменения радиационной обстановки через каждые 5 лет [1].

Заключение. Необходимость ведения сельскохозяйственного производства в условиях масштабного радиоактивного загрязнения территории – наиболее тяжелое последствие катастрофы на Чернобыльской АЭС.

Долгоживущие изотопы – цезий-137 и стронций-90 – в течение длительного времени будут определять радиоактивное загрязнение сельскохозяйственной продукции, продуктов питания и уровни дозовых нагрузок на население.

В то же время за послеаварийный период в результате системной реализации защитных мер, естественного распада и фиксации радионуклидов в почве

поступление цезия-137 в сельскохозяйственную продукцию снизилось в 10-12 раз, стронция-90 – в 2-3 раза.

Позитивная динамика радиационной обстановки определяет необходимость совершенствования стратегии ведения сельскохозяйственного производства и защитных мероприятий в условиях радиоактивного загрязнения [3].

Литература.

1. *Биотические и антропогенные факторы и их влияние на сельскохозяйственную продукцию: учеб.- метод. пособие / Т. В. Медведская [и др.]. – Витебск : УО ВГАВМ, 2009. – 27 с.* 2. *Зоогиена с основами проектирования животноводческих объектов : учебник / В. А. Медведский [и др.]. – Минск : Новое знание; М. : ИНФРА-М, 2015. – 736 с.* 3. *Рекомендации по ведению сельскохозяйственного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь на 2012-2016 годы / Департамент по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь ; подг. Н. Н. Цыбулько [и др.] – Минск, 2012. – 124 с.* 4. *Тимофеева, Т. А. Радиоэкология : практическое руководство для студентов специальности 1–33 01 02 «Геоэкология» / Т. А. Тимофеева ; М-во образования РБ ; Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2012. – 48 с.*

УДК 577.34

ГЛУШАКОВА К.В., ВЕСЕЛОВА Е.С., студенты (3 курс, факультет ветеринарной медицины)

Научный руководитель – **Петроченко И.О.,** ассистент

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

ЦЕЗИЙ-137 И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Введение. Среди антропогенных радионуклидов, глобально загрязняющих биосферу, особого к себе внимания требует радиоактивный цезий – один из основных источников, формирующих дозы внешнего и внутреннего облучения живых организмов. Содержится в радиоактивных выпадениях, радиоактивных отходах, сбросах заводов, перерабатывающих отходы атомных электростанций. Интенсивно сорбируется почвой и донными отложениями; в воде находится преимущественно в виде ионов. Следовательно, цезий-137 влияет на качество сельскохозяйственной продукции, поэтому важно постоянно контролировать его количество в организме животных.

Материалы и методы исследований. В процессе исследования производился теоретический анализ источников учебно-методической и научной лите-

ратуры, их сравнение и обобщение с целью выявления влияния цезия-137 на организм сельскохозяйственных животных.

Результаты исследований. Цезий – элемент первой аналитической группы в периодической системе элементов. Многие химические соединения его (нитраты, хлориды, карбонаты) растворимы в воде, поэтому хорошо всасываются в желудочно-кишечный тракт, разносятся по всему организму и выводятся из него. Из радиоактивных изотопов цезия наиболее биологически опасны цезий-134 и цезий-137. При распаде ядер атома цезия-137 излучаются бета-частицы с максимальной энергией – 1,46 МэВ и гамма-кванты.

Период полураспада равен 30,17 годам (долгоживущий). Период полураспада дочернего радиоактивного изотопа бария-137 равен 2,57 мин. Радиоактивный цезий – продукт деления ядер тяжелых элементов (урана, плутония). По степени радиотоксичности относится к группе В (среднетоксичные). Имеет равномерный тип распределения в организме.

Продукты ядерного деления, в том числе и цезий-137, от места образования распространяются в виде радиоактивного облака, состоящего из летучих веществ и частиц разного размера (от нескольких микрон до видимых глазом). Выпадающих вместе с осадками (дождь, снег, сухие осадки) в течении многих лет после ядерного взрыва, загрязняющих воздух, почву, растительность [1,2].

В естественных условиях цезий-137 поступает в организм сельскохозяйственных животных через желудочно-кишечный тракт, органы дыхания, поврежденные и неповрежденные кожные покровы. Усвоение цезия-137 осуществляется в основном в тонком кишечнике. Степень всасывания его в желудочно-кишечный тракт достигает 100%, так как он образует хорошо растворимые соединения. У молодых животных радиоактивный цезий усваивается больше, чем у старых. Отмечена исключительно высокая скорость обмена радиоизотопа в звене кровь – органы – ткани. Характер метаболизма цезия-137 своеобразен, сходен с обменом калия и определяется физико-химическими свойствами [2].

Накапливается цезий-137 в основном в мышцах и паренхиматозных органах, меньше – в крови, жировой ткани и коже. В условиях длительного непрерывного поступления с кормами и водой накопление его в организме происходит постепенно, а затем наступает состояние равновесия, когда поступление равно выведению. В мышцах овец накопление цезия-137 продолжается более 105 дней, а во внутренних органах от 8 до 18 дней. Величина перехода его в мясо у травоядных выше, чем у всеядных.

Цезий-137, как и другие радиоизотопы, выводится из организма с калом, мочой, а у продуктивных животных с молоком, яйцами и другими путями. Биологический период полувыведения $T_{\text{биол.}}$ цезия у взрослых животных колеблется от 50 до 200 суток, у новорожденных - 10 суток. Причем около 10% нуклида быстро выводятся из организма, остальная часть – более медленными темпами. Но в любом случае ежегодное его содержание в организме практически определяется поступлением этого радионуклида с рационом в данном году. Скорость выведения зависит от уровня продуктивности животных. У высокопро-

дуктивных он выводится быстрее. Так, при суточном удое 20 л выводится до 13% суточного поступления радиоцезия, а при 14 л - 8,8%. Чем больше в рационе грубых кормов, тем меньше выводится цезия-137с 1 л молока. Эффективный период полувыведения $T_{эфф}$ по цезию-137 у лактирующих коров составляет от 20 до 50 дней.

При пастбищном содержании увеличивается содержание цезия-137 в молоке. Радиационно-гигиенические нормативы, которыми руководствуются радиологи, исходят из предельно допустимых суточных доз (ПДС) поступлений радионуклидов в пищевом рационе людей. Отсюда можно определить допустимое суточное попадание радионуклидов с кормами сельскохозяйственных животных. Такие нормы окончательно не установлены, но приблизительно в суточном рационе молочного скота цезия-137 не должно быть более 1,3 мкКи, для мясного скота – 0,33мкКи, а для овец – 0,175мкКи. Как исключение, можно допустить трехкратное превышение этих норм. Разумеется, что любые изменения норм ПДС для человека должны повлечь за собой изменения ПДС для животных [2,3].

Важный объект исследования при радиохимическом анализе на содержания цезия-137 – мясо разных животных, в том числе птиц. При исследовании трех видов мяса (говядины, баранины и свинины) наибольшая концентрация этого радиоизотопа установлена в баранине; в говядине в 2 раза, а в свинине в 3 раза его меньше, чем в мясе других животных. В соответствии с республиканскими допустимыми уровнями (РДУ-99) содержание цезия-137 в говядине не должно превышать 500 Бк/кг. Поэтому прижизненному дозиметрическому контролю крупного рогатого скота по определению содержания цезия-137 в мышечной ткани ветеринарной радиологической службой уделяется пристальное внимание. Он проводится ежегодно в хозяйствах, расположенных в зоне «А» радиационного контроля, а также перед отправкой крупного рогатого скота на мясоперерабатывающие предприятия из этих хозяйств.

Для снижения содержания цезия-137 в организме животных используют сорбенты природного и искусственного происхождения. Например, включение в рацион животных бентонита не только повышает экскрецию радиоактивного цезия из организма, но и в 1,2-3 раза (в зависимости от суточной дозы сорбента и сроков применения препарата) понижает переход изотопа в молоко. Большой сорбционной эффективностью обладают неорганические комплексные соединения – ферроцианиды [3,4].

Радиоактивный цезий-137 дает достаточно большой список болезней и патологий, к которым, в первую очередь, относится: вегетососудистая дистония по гипер или гипотипу (риск инфаркта или инсульта возрастает в десятки и сотни раз), аритмия или тахикардия (предвестники инфаркта), цирроз печени, различные заболевания ЖКТ и системой пищеварения в целом. На территории Республики Беларусь для профилактики заболеваний, вызванных цезием-137 и для снижения концентрации данного радионуклида в продукции животноводства, проводятся следующие мероприятия: производство кормов с допустимым содержанием цезия-137, изменение условий содержания и рационов кормления

крупного рогатого скота, использование наименее загрязнённых кормов на заключительной стадии откорма. Так же эффективно перепрофилирование отраслей животноводства (замена молочного скотоводства на мясное или на свиноводство, птицеводство и т.д.) [3,4].

Заключение. Загрязнение территории Республики Беларусь цезием-137 влечет за собой глобальные проблемы, в том числе трудность ведения животноводства. Для предотвращения производства молока и мяса с содержанием цезия-137 выше допустимых уровней необходимо учитывать закономерности перехода этого радионуклида на всех стадиях содержания сельскохозяйственных животных. Если не соблюдать все меры предосторожности в данной отрасли, то в дальнейшем возникнет риск больших потерь продукции, что может повлечь за собой существенные экономические потери.

Литература.

1. Алексахин, Р.М. *Агрохимия цезия-137 и его накопление сельскохозяйственными растениями* /Р.М. Алексахин, И.Т. Моисеев, Ф.А. Тихомиров //Агрохимия. – 2000. – № 2. – С.129. 2. *Ветеринарная радиобиология: краткий курс лекций для студентов 4 курса по специальности 36.05.01 - «Ветеринария»/ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ» ; сост. Т. Н. Родионова. – Саратов, 2016. – 83 с. 3. Гулякин, И.В. *Сельскохозяйственная радиобиология* / И. В. Гулякин, Е. В. Юдинцева. – М.: Колос, 2001. 4. *Сельскохозяйственная радиоэкология/ ред.:Р. М. Алексахин, Н. А. Конреева. –М.: Экология, 1998. – 400 с.**

УДК 614.876:636

ГРИШКЕВИЧ А.М., НЕМИРО Н.Д., студентки (3 курс, факультет ветеринарной медицины)

Научный руководитель – **Петроченко И.О.**, ассистент

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

АДАПТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЕДЕНИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Введение. После катастрофы на ЧАЭС пострадавшими оказались преимущественно сельскохозяйственные районы Республики Беларусь, поэтому в наибольшей степени чернобыльские последствия затронули именно эту сферу. Из сельскохозяйственного оборота выведено 2,64 тыс. кв. км сельхозугодий. Ликвидировано 54 колхоза и совхоза, закрыто девять заводов перерабатывающей промышленности агропромышленного комплекса. Резко сократились посевные площади и валовой сбор сельскохозяйственных культур, существенно уменьшилось поголовье скота.

Экономический кризис поставил радиоактивно загрязненные территории в особо сложные социально-экономические условия. На них особенно резко

проявляются общие черты кризиса: спад производства, отток из этих районов населения, неразвитость потребительского сектора, низкий уровень удовлетворения потребностей в социально-бытовом и медицинском обслуживании населения.

В таких условиях практически невозможно ни быстрое самовосстановление пострадавших территорий, ни прямая реставрация расположенных на них объектов хозяйства. Речь можно вести лишь о длительном процессе реабилитации, который подразумевает поэтапное введение в хозяйственную сферу утраченного потенциала по мере создания безопасных условий для проживания людей и развития тех отраслей, деятельность которых возможна в условиях радиоактивного загрязнения без ущерба для здоровья населения [2].

Материалы и методы исследований. С целью выявления оптимальных защитных мероприятий для адаптации сельского хозяйства на загрязненных территориях нами проводился сравнительно-теоретический анализ научных и учебно-методических источников, а также изучение нормативных правовых актов.

Результаты исследований. Сельскохозяйственная деятельность в зонах радиоактивного загрязнения осуществляется согласно «Руководству по ведению агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь», которое издается с учетом изменения радиационной обстановки через каждые 5 лет [3].

Для получения сельскохозяйственной продукции с допустимым содержанием радионуклидов и обеспечения радиационной безопасности населения разработаны и реализуются организационные, агротехнические, агрохимические, технологические и санитарно-гигиенические мероприятия.

Организационные мероприятия включают инвентаризацию угодий по плотности загрязнения радионуклидами и составление карт, прогноз содержания радионуклидов в урожае и продукции животноводства, а также инвентаризацию угодий в соответствии с результатами прогноза и определение угодий, на которых возможно выращивание культур для производства кормов.

К наиболее эффективным агротехническим мероприятиям относятся коренное и поверхностное улучшение сенокосов и пастбищ, гидромелиорация (осушение и оптимизация водного режима) и предотвращение вторичного загрязнения за счет комплекса противоэрозионных мероприятий.

Основными агрохимическими мероприятиями являются известкование кислых почв, внесение органических удобрений и повышенных доз фосфорных и калийных удобрений, оптимизация азотного питания растений на основе почвенно-растительной диагностики, внесение микроудобрений и применение средств защиты растений.

Для экономически целесообразного ведения сельского хозяйства на загрязненных территориях проводятся и зооветеринарные мероприятия. Применяется специальная система кормления животных с добавлением в рацион сорбирующих препаратов, двухстадийный откорм животных перед отправкой на мясокомбинат, отдельный выпас скота для производства цельного молока и

молочного сырья. Осуществляется постоянный контроль за иммунологическим и гормональным статусом, состоянием обмена веществ, воспроизводительной функцией, проявлением и течением острых и хронических болезней сельскохозяйственных животных.

Для получения нормативно чистой сельскохозяйственной продукции проводятся следующие технологические мероприятия: промывка и первичная очистка убранной плодоовощной и технической продукции, а также переработка с целью снижения в ней концентрации радионуклидов.

При этом обязательны санитарно-гигиенические мероприятия: соблюдение необходимых санитарно-гигиенических и других требований, установленных действующим в республике законодательством и обеспечение персонала дополнительной спецодеждой.

Важным условием является и проведение информационных контрмер, таких как, информирование населения, заинтересованных министерств и ведомств о результатах радиационного контроля и эффективности проводимых защитных мероприятий, информирование работников и населения о новых эффективных мерах по снижению перехода радионуклидов в возделываемые культуры и готовую продукцию. Кроме этого актуальны научные исследования и подготовка квалификационных специалистов сельского хозяйства [1].

Согласно Закону Республики Беларусь «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС», ведение сельскохозяйственного производства на территории, загрязненной радионуклидами ведется с внедрением специальных приемов, направленных на снижение поступления радионуклидов в продукцию растениеводства и животноводства [3].

Из многих проблем, возникающих при интенсивном загрязнении территории радионуклидами, наиболее сложна проблема ведения личного подсобного хозяйства. В этом секторе сельского хозяйства, производящем до трети всей продукции животноводства, гораздо труднее осуществить комплекс защитных мероприятий, решать вопросы радиационного контроля, обеспечивать рациональное использование загрязненной продукции. В личном подсобном хозяйстве кормление животных осуществляется практически бесконтрольно. Поэтому одна из важнейших задач обеспечение дойных коров населения «чистыми» пастбищами или «чистыми» кормами, а также поставка «чистых» концентрированных кормов для заключительной стадии откорма скота и птиц [2].

Заключение. Таким образом, реализация указанных технологических подходов к ведению сельского хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения территории позволит значительно снизить степень загрязнения продукции растениеводства и животноводства радионуклидами. Проведение защитных мероприятий и в дальнейшем позволит поддерживать на достигнутом уровне производство сельскохозяйственной продукции, соответствующей республиканским и международным нормативам по содержанию радионуклидов. В связи с этим, в Государственной программе по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2021 - 2025 годы сохранены основные под-

ходы к формированию защитных мероприятий в сельскохозяйственном производстве.

Яркими представителем хозяйств, эффективно выращивающих мясной скот на загрязненных территориях, является РСУП «Агро-Лясковичи» Петриковского района (выращивают коров абердин-ангусской породы) и ОАО «Гуровщина» Житковичского района (выращивают коров лимузинской породы) Гомельской области [3].

Опыт ликвидации аварии на Чернобыльской АЭС свидетельствует, что в тех хозяйствах, где своевременно приступили к проведению мероприятий по адаптационному ведению сельского хозяйства на территории загрязненной радиоактивными веществами, уже сейчас можно получать чистую продукцию животноводства, пригодную для питания человека и всех видов переработки.

Литература.

1. Дорожко, С.В. *Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность: учебное пособие. Ч. 3. Радиационная безопасность / С.В. Дорожко, В.П. Бубнов, В.Т. Пустовит.* – Мн.:Технопринт, 2003. 2. *Постник, М.И. Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях: учебник / М.И. Постник.* – Минск: Высшая школа, 2003. 3. *Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Национальный центр правовой информации Республики Беларусь.* – Минск, 2005. – Режим доступа : <http://www.pravo.by/>. – Дата доступа : 04.04.2021.

УДК 57.01

ДИКУН В.В., 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

РАДИОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МАЛЫХ УРОВНЕЙ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Введение. Малые дозы ионизирующих излучений - дозы, не приводящие к развитию клинически очерченных неслучайных эффектов на здоровье человека или животных. Малой считается такая интенсивность ионизирующего излучения, при которой период времени между двумя вероятными поражениями одной и той же ядерной мишени позволяет полностью репарировать повреждения, вызванные первым событием попадания [2]. Научным комитетом ООН по действию атомной радиации рекомендовано к малым дозам относить дозы менее 0,2 Гр, так как при таких дозах не выявлено случаев детерминированного возникновения каких-либо патологий и повышения стохастических событий.

Понятие малой мощности дозы применимо только в радиобиологическом и медицинском эпидемиологическом значениях [1].

Проблема малых доз ионизирующих излучений была и остается наиболее сложной, имеющей важное радиобиологическое значение. Растительные и животные организмы в процессе эволюции жизни на Земле подвергаются постоянному внутреннему и внешнему облучению от естественных источников радиации. Общая доза внешнего и внутреннего облучения человека равна в среднем 1 мЗв/год. В результате антропогенного радиоактивного загрязнения повышается радиационный фон Земли, основными источниками которого стали испытания ядерного оружия и выбросы предприятий атомной энергетики. Также источники ионизирующего излучения находят все большее применение в медицине, науке, в военных целях и просто в производстве. Авария на Чернобыльской АЭС дала новый толчок работам по изучению биологических эффектов малых доз радиации.

Материалы и методы исследования. В данной работе проведен обзор литературных данных по влиянию малых доз радиации. Методологию исследования составили эмпирические и теоретические общенаучные методы: контент-анализ, изучение, обобщение, синтез, сравнение.

Результаты исследований. На начальном этапе изучения воздействия малых доз радиации существовала парадигма: большие дозы – большие поражения, малые дозы – меньшие повреждения.

В конце 20-х годов, считалось, что число индуцированных радиацией мутаций всегда прямо пропорционально величине дозы излучения. Классики генетики Г. Меллер, А. С. Серебровский, Н. П. Дубинин полагали, что количество мутаций на единицу дозы одинаково для любых доз облучения. Из этого делался вывод, что реальная угроза возникает только для тех, кто был непосредственным свидетелем ядерной аварии.

В 60-е годы были получены первые данные, противоречащие этой концепции. Так, например, академик Н. П. Дубинин с соавторами показал, что при продолжительном облучении дрозофил низкими дозами возникает в несколько раз больше мутаций на единицу дозы, чем при высоких дозах облучения.

Этапным считается открытие канадского исследователя А. Петко, сделанное в 1971 году. Петко изучал воздействие радиации на искусственные фосфолипидные мембраны (мембраны из жироподобных веществ) и показал, что протяженная во времени доза хронического облучения может вызывать более сильный негативный эффект по сравнению с той же дозой, полученной путем кратковременной экспозиции при большей мощности. «Эффект Петко» подтвердился при изучении последствий Кыштымской и Чернобыльской аварий [3].

Фундаментальное исследование проблемы малых доз на чернобыльском материале было выполнено большой группой ученых под руководством профессора Е. В. Бурлакова. Вначале ученые провели опыты на мышах и уточнили существующие представления о закономерностях изменения структурных характеристик ДНК и липидов ядерных и других мембран под действием малых

доз облучения. Затем были получены аналогичные данные для группы ликвидаторов аварии на ЧАЭС, облученных дозами, в десятки раз более низкими, чем те, что вызывают лучевое поражение [4].

На современном этапе развития науки возникла новая парадигма: малые дозы - качественно иные радиобиологические эффекты; не «работает» экстраполяция из области больших доз; зависимость «доза-эффект» имеет немонотонный вид, а S-образный.

Эффекты малых доз – неспецифический эффект воздействия на живые организмы, вызывающий изменения, диаметрально противоположные повреждающим эффектам при воздействии в больших дозах.

Гормезис – стимуляция системы организма внешними воздействиями, имеющими силу, недостаточную для проявления вредных факторов [3]. Термин введен С. Зонтманом и Д. Эрлихом в 1943 г.

Радиационный гормезис - положительное стимулирующее влияния малых доз ионизирующего излучения.

Термин был предложен в 1980 году Т. Д. Лакки.

Из доклада Международного комитета ООН по действию радиации (1994 г.): «Механизм радиационного гормезиса на уровне клетки теплокровных животных состоит в иницировании синтеза белка, активации генов, репарации ДНК в ответ на стресс — воздействие малой дозы облучения. Эта реакция в конечном итоге вызывает активацию мембранных рецепторов, стимуляцию иммунной системы» [4].

Явление гормезиса можно связать со снижением эффекта спонтанных повреждений ДНК, действием свободных радикалов, перестройкой клеточных мембран. Вредное действие радиации проявляется лишь после превышения определенного порога, что вписывается в общебиологический закон Арндта-Шульца и правило Парацельса – нет ядов и лекарств, их делают только дозы.

Существует мнение, в основе которого лежат эпидемиологические наблюдения, экспериментальные и теоретические исследования, что радиация в малых дозах при низкой мощности дозы является необходимым фактором жизни на Земле.

Экспериментально доказано снижение частоты рака, увеличение выживаемости после облучения малыми дозами.

Среди материалов эпидемиологических наблюдений особое значение имеют наблюдения за пострадавшими при атомных бомбардировках в Японии. По данным многолетних наблюдений заболеваемость у лиц, облученных в дозах ниже 0,2 Гр, статистически недостоверно отличается от заболеваемости в контрольной группе необлученных и даже отмечается тенденция к ее более низкому уровню. В официальных публикациях НКДАР, основанных на ретроспективных оценках, отмечается, что для общей когорты пострадавших, включая все возрастные группы на момент облучения, нижней границей достоверного повышения риска смерти от рака является доза 0,2 Гр.

Американский ученый Б. Коэн провел обширные исследования влияния содержания радона (газообразного нуклида) в жилых помещениях на смерт-

ность жителей от рака легких. Выборка составила около 200 млн. человек (80 % населения США). Концентрация радона в помещениях была от 20 до 250 Бк/м³. Выяснилось, что у жителей с более высокой концентрацией радона в помещениях смертность от рака легких была ниже, чем у жителей с более низкой концентрацией. Выводы Коэна подтверждены и другими исследователями. Очевидно, что защита от радона связана со стимуляцией образования соответствующих ферментов репарации ДНК, поврежденных не только радиацией, но и другими вредными агентами, широко распространенными во внешней среде [2].

Заключение. Радиационный риск при облучении в малых дозах, если допустить отсутствие порога, настолько мал, что трудно выявить его на фоне спонтанного бластомогенеза. Оценивая опасность малых доз ионизирующего излучения, следует учитывать, что во внешней среде имеется кроме радиации много других вредных агентов физической, химической и биологической природы, многие из которых являются канцерогенами и опасность их воздействия значительно выше опасности малых доз радиации. Однозначно сказать, вредны или полезны малые дозы радиации пока нельзя, так как это требует более масштабных исследований.

Литература.

1. Булдаков, Л.А. Радиоактивное излучение и здоровье / Л. А. Булдаков, В. С. Калистратова. – М.: Информ-Атом, 2003. – 165 с. 2. Котеров, А.Н. Малые дозы радиации: факты и мифы / А. Н. Котеров. – М.: Изд-во «ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России», 2010. – 283 с. 3. Петин, В. Г. Биологические эффекты, индуцируемые малыми дозами ионизирующего излучения: не пришло ли время для смены парадигмы? // Актуальные проблемы биологии и экологии / Под ред. А.В. Селиховкина. Санкт-Петербург: СПбГЛТА, 2011. – С. 270-280. 4. Ярмоненко, С.П. Низкие уровни излучения и здоровье: радиобиологические аспекты // Мед. радиология и радиац. безопасность. 2000. Т. 45, № 3. – С. 5-32.

УДК 57.089

ДРУГАК К.С., 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

ВЛИЯНИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА РАЗНЫЕ СИСТЕМЫ ОРГАНОВ КРЫС

Введение. В настоящее время на состояние здоровья человека и животных Беларуси оказывает влияние комплекс факторов радиационной природы. Поэтому на современном этапе одной из актуальных задач биологии, экологии

и медицины является изучение различных эффектов радиационных воздействий и их отдаленных последствий.

Материалы и методы исследований. Целью данной работы является изучение воздействия ионизирующего излучения на разные системы органов крыс. Методологию исследования составили эмпирические и теоретические общенаучные методы: контент-анализ, изучение, обобщение, синтез, сравнение.

Результаты исследований. Действие на организм животного ионизирующего излучения даже в малых дозах вызывает существенные нарушения функций гипофиза, щитовидной железы и надпочечников. Эти нарушения проявляются в форме снижения концентрации гормонов щитовидной железы в крови. Как показывает анализ литературных источников, уровень тиреотропного гормона снижается в 1,2 раза, содержание трийодтиронина и, особенно, тироксина понижается в 1,1 раз. Выработка церулоплазмينا статистически значимо увеличивается, общего белка – уменьшается в 1,1 раза соответственно, а содержание общего йода повышается в 1,2 раза [5].

Установлено, что внешнее однократное облучение в дозе 1 Гр изменяет содержание тиреоидных гормонов не только у самки-матери, но и у ее потомства. Морфологический анализ структуры извитых семенных канальцев в органе облученных животных показал снижение индекса сперматогенеза до 2,01. Кроме того 13% извитых семенных канальцев содержали лишь сперматогонии и клетки Сертоли (канальцы «эмбрионального» типа). Наличие таких канальцев свидетельствует о задержке развития половых клеток сперматогенного эпителия. Диаметр извитых семенных канальцев изменялся незначительно [2].

После внешнего однократного облучения в дозе 1 Гр значительной морфологической перестройки основных зон надпочечников не наблюдается. Выявляются очаговые гиперпластические изменения кортикоцитов, в виде аденоматозных структур, без изменений объемов зон коркового вещества надпочечника. Наблюдается реакция со стороны системы микроциркуляции (стаз и расширение синусоидных капилляров) [3].

Внешнее облучение животных уменьшает максимальные скорости нарастания и падения внутрижелудочкового давления, амплитуды укорочения миокарда, скорости его сокращения и расслабления. Радиационное воздействие приводит к снижению реакции кардиомиоцитов на стимуляцию β -адренорецепторов и, напротив, к повышению функционального ответа на стимуляцию α -адренергических структур. Такой же направленности эффекты выявлены и при исследовании регуляции сократительной функции сердца. После острого облучения сократительные реакции уменьшались, после пролонгированного – увеличивались. При исследовании коронарных сосудов выявлено, что объемная скорость коронарного потока после острого облучения в дозе 1 Гр увеличивается, а после пролонгированного – уменьшается [4].

После пролонгированного облучения в дозе 1 Гр у неполовозрелых животных базальная активность фермента аденилатциклазы угнетается. У по-

ловозрелых животных снижение активности аденилатциклазы миокарда наступает в более поздние сроки постлучевого периода, тогда как в ближайшие сроки происходит повышение активности фермента.

Исследование изопротеренол-зависимой активации аденилатциклазы миокарда показало, что у неполовозрелых животных она выше, по сравнению с половозрелыми.

Разовое действие малых доз радиации приводит к изменениям функциональной активности митохондрий слизистой оболочки тонкой кишки крыс. Скорость фосфорилирования уменьшается на 30–50% через 1 и 12 ч после облучения, величины дыхательного контроля и эффективность фосфорилирования добавленного ADP – на 36–60% [1].

Интенсивность дыхания митохондрий увеличивается через 24 ч после облучения в дозе 1 Гр. Скорость «контролируемого» окисления увеличивается в динамике, максимально (в среднем в 2,4 раза) через 12 и 24 ч после облучения. При этом значение показателя, отражающего активность АТФгидролазных реакций митохондрий снижается в среднем на 50% (1 и 12 ч) и на 30% (24 ч). Установлено, что скорость активного окисления сукцината достоверно не изменяется при облучении на протяжении всего исследования.

При достижении дозы хронического облучения в 1 Гр печени выявлено достоверное снижение содержания триеновых конъюгатов до 82,7% через 90 суток после радиационного воздействия, а начиная с 30 суток отмечалось накопление малонового диальдегида ткани печени (131,5%). Однако, выраженных структурных изменений в гепатоцитах и паренхиме печени не обнаружено, выявленные изменения носят адаптивный характер [3].

Ионизирующая радиация обладает высокой активностью в инициации окислительных реакций в хрусталиках. Хроническое облучение животных в дозе 1 Гр не вызывает значительных изменений в хрусталиках: отмечается увеличение на 5-10% интенсивности флуоресценции в видимой области спектра и содержания восстановленного глутатиона. Достоверных различий в содержании сульфгидрильных групп белков и ТБК-активных продуктов окисления липидов не выявлено.

При облучении в дозе 1 Гр сравнительно редко образуются опухоли (2,9%), растущие в виде единичных узлов, однако часто развиваются опухоли кожи - базалиомы - не дающие метастазов, но обладающие выраженным полиморфизмом клеток и деструктирующим ростом. Также наблюдалось развитие опухолей молочных желез.

Заключение. Результаты проведенных исследований показывают, что внешнее ионизирующее излучение оказывает влияние практически на все основные процессы, происходящие в организме, вызывая в них морфофункциональные и структурные изменения, сохраняющиеся в отдаленном периоде.

Литература: 1. Влияние ионизирующего излучения низкой мощности на состояние цепи переноса электронов митохондрий энтероцитов тонкой кишки крыс / Л. В. Грубская, В. М. Войцицкий, С. В. Хижняк // Укр. біохім. журн., 2012, т. 84, № 1. 2. Исследование метаболизма йодида в щитовидной железе

крыс в ранний и отдаленный периоды после длительного внешнего фракционированного внешнего фракционного воздействия у-излучения / Л. И. Надольник*, З. В. Нецецкая // Институт фармакологии и биохимии НАН Беларуси, Гродно, Республика Беларусь. – Минск, 2010, Т.- 50, № 1, с. 65-73. 3. Фундаментальные и прикладные проблемы радиобиологии и радиоэкологии: сб. науч. ст. / НАН Беларуси, Ин-т радиобио. ; редкол.: Е.Ф.Конопля [и др.]. – Минск : Ин-т радиобиологии НИИ, 2002. – 245 с. 4. Ионизирующее излучение в малых дозах как фактор риска возникновения предпатологических состояний сердца и сосудов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/ioniziruyushee-izluchenie-v-malyh-dozah-kak-faktor-riska-vozniknoveniya-predpatologicheskikh-sostoyaniy-serdtsa-i-osudov/viewer> – Дата доступа: 25.04.2021. 5. Николаева Л.А., Данилова Л.И., Холодова Е.А. Состояние рецепции триодтиронина при действии ионизирующего излучения в малых дозах. Проблемы Эндокринологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.probl-endojournals.ru/jour/article/view/12172/9305> – Дата доступа: 25.04.2021.

УДК 614.876.

ДУДАЛЬ Е.А., студент

Научный руководитель – Братушкина Е.Л., кандидат ветеринарных наук
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия
ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

ВЛИЯНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОРГАНЫ ЗРЕНИЯ

Введение. 26 апреля 1986 года на Чернобыльской АЭС произошла авария, которая повлекла за собой большой выброс радиоактивных веществ в атмосферу, что привело к загрязнению окружающей среды, микрофлоры, прилегающих территорий Восточной и Западной Европы, а также к значительным облучениям и физиологическим изменениям у человека и животных. Изменения отмечались в центральной нервной, сердечнососудистой, мочевыделительной, нейрогуморальной, пищеварительной системах, которые обусловлены выбросом большого количества радионуклидов, в основном цезия-137, йода-131, стронция-90. В организм человека и животных радионуклиды могут попадать алиментарным путем, через органы дыхания, кожу.

Материалы и методы исследований. Целью нашей работы является изучение воздействия ионизирующего излучения на органы зрения мышей-полёвок. Методологию исследования составили эмпирические и теоретические общенаучные методы: анализ, синтез, обобщение литературных источников.

Результаты исследований. С января 2016 года Группа Леманна совершила несколько экспедиций в окрестности Чернобыля и Припяти, где ученые несколько месяцев наблюдали за жизнью и поведением рыжих полевок – небольших грызунов, живущих в лесах России, Украины и Беларуси. Когда эти

животные стареют, они часто слепнут или почти полностью теряют зрение в результате развития катаракт. Катаракта - это помутнение хрусталика глаза, которое влияет на органы зрения за счет увеличения непрозрачности и снижения передачи света на сетчатку, то есть снижает остроту зрения носителя, вплоть до полной слепоты. У людей катаракта обычно развивается в результате старения, так как старые волокна хрусталика перестают удаляться с той же скоростью, что и добавляются новые. Единым фактором возникновения катаракты является окислительный стресс, который связан с внешними факторами и возрастом, так как уровни антиоксидантов снижаются. Ионизирующее излучение является одним из преобладающих факторов стресса у животных, что приводит к образованию свободных радикалов, которые расходуют запасы антиоксидантов и, как следствие, приводят к окислительному стрессу

В результате исследований учеными была обнаружена катаракта у 57 из 80 чернобыльских полевок (71%). Значительные частоты катаракты были обнаружены у полевок, собранных в разных районах Чернобыля. Частота катаракты увеличивается в зависимости от возраста, что может быть связано с кумулятивным воздействием радиационного фона. Но, проводя опыт на самках и самцах, их реакции на местное излучение различались. У самок-полевок выявили положительную взаимосвязь с накопленной дозой облучения, что подтвердило мнение о том, что катаракта в основном возникает как функция накопленного ионизирующего фонового излучения, но факт, что доза облучения была значимой в большей для самцов, может быть обусловлена их высокой двигательной активностью и повышенным риском охоты (это подтверждается деформацией хрусталика), а вот более низкий уровень у самок может быть связан, с наиболее высоким уровнем окислительного стресса.

Накопленные в течение жизни хронические дозы ионизирующего излучения, оцененные в настоящем исследовании для полевок с деформациями хрусталика составили в среднем $0,01 \pm 0,003$ Зв. А при исследовании детей-людей, подвергшихся воздействию сравнительно одинаковых доз радиации от Чернобыля (от 0,029 до 0,086 Зв), небольшая (3,6%), но значительно увеличенная доля показала изменения линз по сравнению с детьми, не подвергавшимися облучению. Для людей пороговая доза радиационного катарактогенеза, оцененная в настоящее время, составляет 0,5 Зв для острого облучения.

Заключение. В результате проведенной работы авторы установили, что у полевок может развиваться катаракта при более низких накопленных дозах радиации, чем у людей, вследствие хронического воздействия ионизирующего излучения.

Литература.

1. Белановский, А. С. Основы биофизики в ветеринарии: учебное пособие для студентов вузов по специальности «Ветеринария» / А. С. Белановский. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Дрофа, 2007. – 332 с. : ил. 2. Грабовский, Р. И. Курс физики: учебное пособие для высших сельскохозяйственных вузов / Р. И. Грабовский. – 6-е изд., перераб. Интернет ресурсы: <https://ria.ru/>

20130426/934551998.html; <https://www.allaboutvision.com/ru/glaznye-zabolevaniya/katarakta/>; https://un.by/images/library/thematic_publications/chernobyl/Chernobyl_Legacy-Rus.pdf

УДК 582.28:539.16+613.2:635.8

ЗАЙЦЕВА И.И., студент 1 курса, лечебный факультет

Научный руководитель – **Протасовицкая Р.Н.**, канд. вет. наук, доцент
УО «Гомельский государственный медицинский университет», г. Гомель,
Республика Беларусь

НАКОПЛЕНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ ГРИБАМИ И ПРОФИЛАКТИКА ИХ УПОТРЕБЛЕНИЯ

Введение. На территории Беларуси произрастает около 200 видов грибов, из которых 35 наиболее известные и употребляются населением. В ряде исследований было установлено, что грибы являются самым загрязненным компонентом лесного биогеоценоза, которому свойственно наиболее интенсивное поглощение ^{137}Cs по сравнению со стабильным цезием. Употребление грибов в до аварийный период в среднем на одного жителя Гомельской области составляло 4 кг/год. Потребление данной продукции в пище приводит к увеличению дозы внутреннего облучения на 0,3 мЗв/год при плотности загрязнения 185 кБк/м².

Вследствие того, что грибы являются индикаторами биологической доступности ^{137}Cs и определяют дозу внутреннего облучения человека, требуется уточнение параметров, характеризующих темп изменения аккумуляции ^{137}Cs в зависимости от времени, которое прошло с момента аварии на ЧАЭС. Такая модель поможет предвидеть ожидаемые средние уровни загрязнения грибов, диапазон значений для отдельных видов грибов, а также выделить территории, на которых уровень загрязнения грибов будет находиться в пределах установленных нормативов [1].

После аварии на Чернобыльской АЭС, внимание исследователей привлекла проблема изучения накопления радионуклидов в грибах и других пищевых продуктах леса. Были отмечены существенные межвидовые различия в накоплении ^{137}Cs грибами. В результате исследований были предприняты попытки распределения грибов по величине коэффициента перехода радионуклида в их плодовые тела. Следует заметить, что в плодовых телах опасных грибов наблюдается очень высокая неравномерность удельной активности ^{137}Cs , собранных даже на относительно малых площадях.

Материалы и методы исследований. В качестве объектов изучения статистические данные об уровне радиации в грибах, состоянии окружающей природной среды. Материалом исследования выступают грибы. Объект исследования – статистические данные о состоянии и уровне радиации в грибах. Источником информации являются официальная статистическая информация республиканских органов государственного управления, деятельность которых связа-

на с природопользованием, экологическим контролем и охраной окружающей среды.

Методы исследований: теоретический анализ литературных источников; сравнительный анализ методических материалов.

Результаты исследований. По результатам проведенного радиационного контроля за 2020 год максимальные уровни радиоактивного загрязнения достигли значения: по грибам свежим 16843 Бк/кг (при нормативе 370 Бк/кг) Ельский лесхоз, по ягодам черники свежим 1034 Бк/кг Лельчицкий лесхоз (при норме 185 Бк/кг), по мясу диких животных 7250 Бк/кг Ельский лесхоз при норме 500 Бк/кг), что превышает допустимые уровни в – 45,5; – 5,6; – 14,5 раза соответственно.

Отмечается медленное уменьшение активности ^{137}Cs в плодовых телах дикорастущих грибов. При этом уровни содержания радионуклидов в этих видах продукции остаются достаточно высокими, превышающими допустимые уровни при плотности загрязнения до 5 Ки/км^2 (185 кБк/м^2) [2].

Процент проб лесных грибов, загрязненных радионуклидами ^{137}Cs выше допустимых уровней, заготавливаемых населением, на протяжении многих лет остается практически неизменным. Из года в год содержание ^{137}Cs – 33-45 % проб грибов превышает требования РДУ-99.

Это связано с тем, что около 70% общего содержания ^{137}Cs в лесных почвах находится в лесной подстилке и верхнем 5-10-сантиметровом слое и мало изменяется со временем.

По степени загрязнения ^{137}Cs с грибы условно разделяют на 4 группы:

– аккумуляторы: гриб польский, колпак кольчатый (курочка), масленок осенний, свинушка тонкая, моховик, горькушка. В плодовых телах этих грибов даже при загрязнении почв, близких к фоновому значению ($0,1-0,2 \text{ Ки/км}^2$), содержание ^{137}Cs может превышать допустимый уровень (370 Бк/кг). Поэтому собирать грибы этой группы не рекомендуется;

– сильно накапливающие: груздь черный, синяк, сыроежки всех видов, зеленка, ежовик пестрый, волнушка розовая, скрипица, решетник. Собирать грибы этой группы рекомендуется при плотности загрязнения почв до 1 Ки/км^2 (37 кБк/м^2) с обязательным радиометрическим контролем;

– средне накапливающие: лисичка настоящая, строчок обыкновенный, подберезовик, сморчок настоящий, сморчок конический, гриб белый, подосиновик, подзеленка, рядовка серая;

– слабо накапливающие: опенок осенний, дождевики, опенок луговой, гриб зончатый, шампиньон лесной.

Вследствие того, что грибы являются не только продуктами личного потребления, но и распространяются через торговые сети, для них были установлены определенные нормативы. Уровни допустимого содержания ^{137}Cs в грибах не должны превышать 370 Бк/кг в свежих и 2500 Бк/кг – в сушеных.

Различия в накоплении радионуклидов в грибах наблюдается не только по видовой принадлежности, но и по содержанию в отдельных частях плодовых тел у одного вида. У грибов с хорошо развитой ножкой (подберезовик, белый,

подберезовик, польский гриб, подосиновик), как правило, содержание радионуклидов в шляпках в 1,5-2,0 раза выше, чем в ножках.

В молодых и старых грибах различий в содержании ^{137}Cs не было установлено. Тем не менее, рекомендуется собирать молодые грибы, так как в старых могут накапливаться ядовитые вещества.

Используя различные способы кулинарной обработки можно снизить содержание ^{137}Cs в грибах. Наиболее эффективными являются: отваривание свежих грибов; вымачивание свежих грибов; вымачивание и последующее отваривание сушеных грибов [3].

Заключение. По результатам работы сделан вывод о том, что обезопасить себя можно, обходя стороной зараженные территории, но при покупке грибов не лишним будет знать и то, как различные виды грибов накапливают радиацию. Уровень содержания радионуклидов в грибах зависит не только от плотности заражения почвы, на него оказывают влияние также другие характеристики почвы, тип леса и различная способность накапливать радиацию, свойственная каждому виду. Так, даже на территориях с плотностью загрязнения почвы в 5 Ки/км^2 (185 кБк/м^2), содержание ^{137}Cs в грибах и ягодах слабо накапливающей группы может не превышать допустимого уровня.

Именно грибы имеют высокую способность к накоплению радионуклидов. Всё дело в сложной корневой системе гриба. Сейчас пришло то время, когда вся радиация опустилась в почву на 5-15 сантиметров, где как раз находятся корень растения.

Таким образом, последствия аварии на Чернобыльской АЭС нанесли большой урон, как для экологии, так и для самого человека. До сих пор далеко не все из них удалось устранить полностью, и потребуется еще не одно десятилетие для того, чтобы распад некоторых веществ полностью прекратился.

Литература.

1. Байрашевская Д. А. Формирование дозы внутреннего облучения населения, употребляющего продукты загрязненных лесных экосистем. Минск: МГЭУ им. А. Д. Сахарова, 2005. 330 с. 2. Прогноз изменения радиационной обстановки в населенных пунктах, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения. – Гомель: РНИУП «Институт радиологии», 2008. – 76с. 3. Информация для населения – Петриковский лесхоз [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.petrikovles.by/14-радиационный-контроль/65-информация-для-населения>. – Дата доступа: 16.04.2021.

УДК 614.876:613.287

ЗАРЫТОВА Д.Е., студент 1 курса, лечебного факультета

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

УО «Гомельский государственный медицинский университет», г. Гомель, Республика Беларусь

РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ КАТАСТРОФЫ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС: ГИГИЕНА МОЛОКА И МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

Введение. Питание является неотъемлемой частью нашей жизни. Правильная, полезная и разнообразная пища помогает людям вести здоровый образ жизни, бороться с различными заболеваниями и предотвращать их. От полноценности питания зависит здоровье человека, его самочувствие. Необходимые пищевые вещества содержатся в разных продуктах питания, и роль этих пищевых компонентов для организма человека очень важна. Высокой биологической ценностью обладают в частности молочные продукты и молоко, эти продукты необычайно важны, так как несут ряд полезных свойств, содержат много веществ, необходимых человеческому организму.

Молоко – обязательный и необходимый продуктом питания, содержащий ценные и легко усвояемые белки, жиры, углеводы, минеральные вещества. В состав молочного белка входят незаменимые аминокислоты, такие как лизин, валин, лейцин, триптофан, метионин, аргинин. Углеводы представлены молочным сахаром (лактозой). Молочные продукты – это продукты с высокой биологической ценностью, которые необходимы в рационе человека, и их резкое сокращение приводит к снижению количества белка. Эти продукты снабжают организм человека белком, а соответственно и строительным материалом для клеточной деятельности [1].

Очевидно, что употребление этих продуктов питания несет в себе много пользы и преимуществ, однако бывает, что употребление таких продуктов может стать опасным не только для здоровья, но и для жизни человека. Одной из таких ситуаций может стать употребление молока и молочных продуктов, произведенных на территориях, пострадавших от радиационного загрязнения при аварии на Чернобыльской АЭС.

Радиация и облучение могут служить причиной мутаций в человеческом организме, это рассматривается при изучении дисциплины «Медицинская биология и общая генетика» на первом курсе в медицинском университете. Даже самые малые дозы радиации, поступающие в организм с продуктами, могут вызывать в клетках организма изменения, приводящие к генетическим нарушениям. Попадающие радионуклиды пагубно воздействуют на организм, препятствуют синтезу ДНК, вызывают нарушения, приводят к возникновению мутаций, которые способствуют развитию раковых заболеваний. Так же при употреблении беременными женщинами молока и продукции, содержащей радионуклиды, наблюдается увеличение рождения детей с пороками развития, воз-

растание мутаций, индуцированных внутренним облучением. Это находит подтверждение в цитогенетических исследованиях. Чаще всего мутации, вызванные внутренним облучением от пищевых продуктов, проявляются в значительном увеличении числа дицентрических и кольцевых хромосом [3].

Материалы и методы исследования. Для получения необходимой информации в работе использованы базы данных Гомельского областного центра гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья и Министерство по чрезвычайным ситуациям Национальная Академия наук Беларуси, а также проанализированы литературные источники и обобщены полученные данные.

Результаты исследований. Радиоактивное загрязнение продуктов питания – проблема, угрожающая жизни и здоровью населения и требующая особого контроля не только производства и качества молока и молочных продуктов, но и животных, от которых это молоко получено. Особенно остро в Беларуси этот вопрос стоит в Гомельской и Могилевской областях.

Согласно мониторингу достижения целей устойчивого развития на территории Гомельской области в 2019 году, проведенному Гомельским областным центром гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья, в 2019 году были проведены исследования 2058 проб продукции госпредприятий на содержание цезия-¹³⁷ и 363 пробы на содержание стронция-⁹⁰ [2].

В 2019 году превышение РДУ-99 по содержанию стронция-90 выявлено в двух населенных пунктах (в Брагинском и Хойникском районах) (рис. 1).

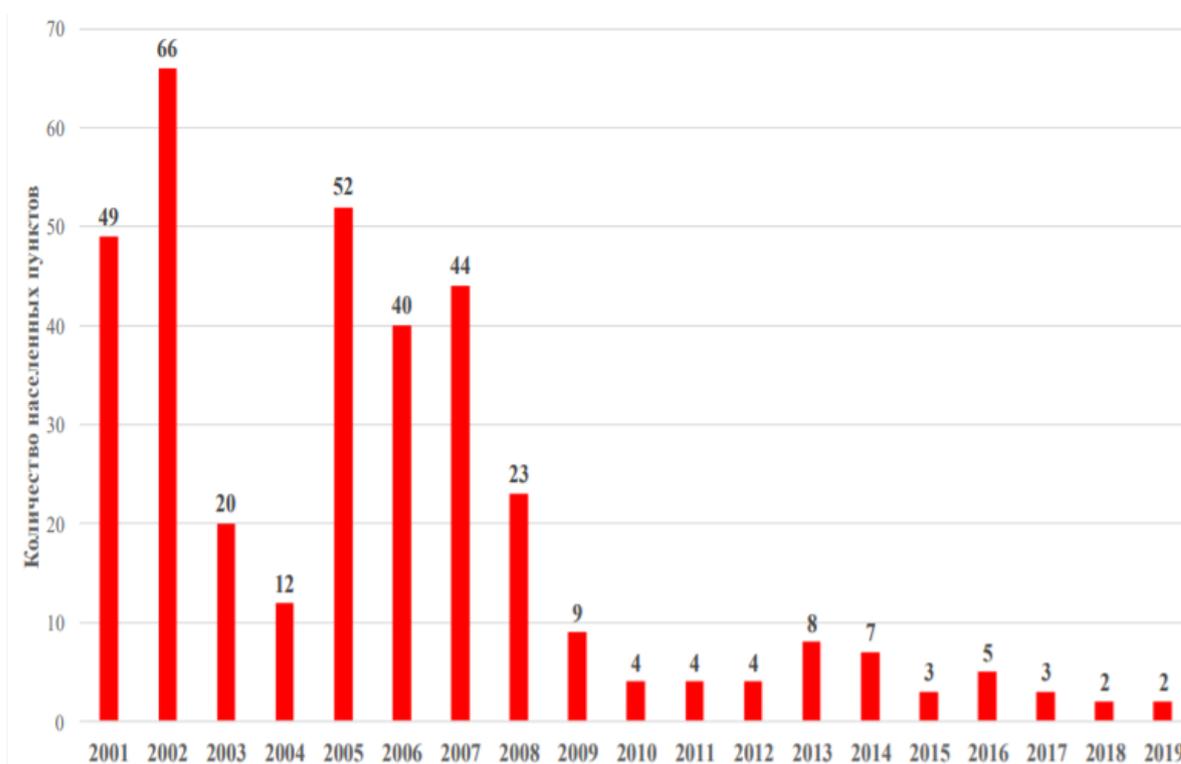


Рисунок 1. Количество населенных пунктов, в ЛПХ которых регистрировались пробы молока с превышением РДУ-⁹⁹ по содержанию стронция-⁹⁰

При этом в 2019 году населенных пунктов с превышением РДУ-99 по содержанию цезия-¹³⁷ в пробах молока не зарегистрировано.

Загрязнение молока и молочной продукции очень опасно для человека, и имеет очень серьезные последствия. Внутреннем облучении радиацией через питание чрезвычайно опасно, так как разрушительное действие сохраняется до тех пор, пока радиоактивные вещества не распадутся или не покинут организм в результате физиологического обмена веществ. Внутреннее облучение чревато очень тяжелыми последствиями для организма, так как на сегодняшний день отсутствует возможность использовать достаточно эффективные методы защиты; происходит еще и контактное облучение – длительное воздействие на ткань; нет поглощения альфа-частиц роговым слоем кожи, повреждаются органы и ткани, где концентрируются радионуклиды. В зависимости от дозы радиоактивных веществ могут быть различные эффекты – от несущественных нарушений в организме (лучевой реакции) до собственно лучевой болезни.

Заключение. Загрязненное радиацией молоко нужно переработать с отделением водной фазы, в которой должны остаться радионуклиды цезия и стронция. Таким образом, количество радиоактивных веществ существенно снижается. При изготовлении сыра молочнокислым сбраживанием можно уменьшить содержание радиоактивных веществ до 12%. Однако, например, сыворотку, полученную после переработки молочных продуктов, необходимо утилизировать. Концентрация радионуклидов в ней настолько высока, что такую продукцию нельзя скармливать даже животным [2].

Таким образом, во избежание радиоактивного загрязнения молока и другой продукции контроль качества пищевых продуктов из подсобных хозяйств населения, проживающего в условиях существующего облучения, а также контроль доз облучения персонала в условиях планируемого облучения до сих пор являются приоритетными направлениями в области радиационной гигиены Гомельской области.

Литература.

1. *Здоровье населения и окружающая среда: мониторинг достижения целей устойчивого развития на территории Гомельской области в 2019 году* – «Гомельский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» – Гомель, 2020. – С. 108-113. 2. *Молоко и молочные продукты, и их значение в питании / Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Кемеровской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://42.rospotrebnadzor.ru/content/777/97918/>. – Дата доступа: 20.04.2021.* 3. *Чернобыльская авария: Последствия и их преодоление // Национальный доклад. – Мин-во по чрезвычайн. ситуац. Нац. Академ. наук Беларуси –Барановичи: Укрупненная типография, 1998. – С.52.*

УДК 616.71

ЗИНЧЕНКО А.А., 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

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ И ПРЕИМУЩЕСТВА КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

Введение. Компьютерная томография (КТ) – это исследование тела с помощью рентгеновского излучения, позволяющее получить объемные трехмерные послойные изображения всех органов в высоком разрешении [1]. Метод компьютерной томографии имеет хоть и довольно непродолжительную (около одного столетия), но очень насыщенную и стремительную историю. В настоящее время это один из важнейших методов визуальной диагностики в ветеринарии.

Материалы и методы исследований. Целью исследования явилась история развития компьютерной томографии, описание особенности и уникальности данного метода исследования. Методологию исследования составили эмпирические и теоретические общенаучные методы: контент-анализ, изучение, обобщение, синтез, сравнение.

Результаты исследований. Одним из первых аналогов томографии был метод изучения взаимного расположения органов хирургами, который разработал Н.И. Пирогов. В двадцатые годы французским врачом Бокажем был изобретен и запатентован томографический механический сканер, который оставлял на рентгенограмме неразмытым только определенный слой организма. Этот способ получил название рентгеновской планиграфии, позднее было названо классической томографией. Спустя некоторое время, в 1930 году А. Валлебона изобрел принцип послойного рентгенологического исследования, а в 1934 г. В.И. Феоктистов сконструировал первый рентгеновский томограф. В 1969 году впервые был сконструирован компьютерный рентгеновский томограф, клинические испытания которого были проведены в 1972 году [3].

Развитие компьютерных томографов связано с увеличением числа детекторов, то есть с увеличением количества одновременно собираемых проекций. Так, самые первые аппараты первого поколения, которые появились в 1973 году, были пошаговыми. В томографе была всего одна рентгеновская трубка, которая была направлена на один детектор. Один оборот позволял получить изображение одного слоя. Время обработки каждого слоя составляло около 4 минут.

Во втором поколении томографов за основу брался веерный тип конструкции, при котором напротив трубки устанавливалось несколько детекторов. Время обработки изображения занимало порядка 20 секунд.

Аппараты третьего поколения стали дальнейшим развитием системы сканирования. В этих моделях был применен вращательный тип движения скани-

рующей системы с большим количеством детекторов. Такая технология сделала возможным сократить время исследования и уменьшить лучевую нагрузку на организм пациента. Основным недостатком аппаратов третьего поколения является жесткое крепление системы рентгеновская трубка – блок детекторов, которое при сбое работы одного из детекторов (или в измерительном канале) проявляется на изображении в виде кольцевого артефакта, вызывая проблемы последующей визуализации объекта исследования. Все это послужило основанием для создания следующего – четвертого поколения компьютерных томографов.

В компьютерных томографах четвертого поколения используется принципиально новый вид технического решения системы рентгеновская трубка – детекторы: детекторы неподвижно размещены по всей внутренней поверхности кольца, внутри которого вращается источник излучения. Благодаря этому методу время вращения сократилось до 0,7 секунды. Но существенного различия в качестве изображений с КТ-аппаратами третьего поколения не имеет.

В пятом поколении компьютерных томографов источником электронов является электронная пушка. Поток электронов попадает на тормозные пластины, образуя рентгеновское излучение. Следует отметить, что во всем мире используется около 100 томографов пятого поколения из-за высокой стоимости и сложности технического обслуживания широкого применения они не получили.

В настоящее время используется два варианта КТ-сканирования – аксиальное и спиральное. На аппаратах второго поколения возможно только аксиальное сканирование. Все последующие поколения позволяют использовать как аксиальное, так и спиральное сканирование. При аксиальном сканировании получается такой вид изображения, который ограничивает качество последующей реконструкции. Спиральное сканирование продуцируется один непрерывный массив информации, что дает новые возможности для последующей реконструкции изображения: с каждого витка спирали можно получить множественные срезы; параметры обработки данных можно выбрать до и после получения информации [2].

В 1992 году был предложен метод мультиспиральной КТ – МСКТ. Главным отличием такой томографии стало наличие не одного, а двух и более детекторов. Помимо количества детекторов также было увеличено число оборотов трубки до двух раз в секунду, что сделало возможным еще больше снизить время обследования и повысить качество изображения. Метод МСКТ стал стремительно развиваться, и в 2007 году были сконструированы 320-срезовые МСКТ-томографы, которые стали новым этапом развития метода КТ. Такое оборудование позволяет не только получать высокоинформативные изображения, но и буквально в реальном времени наблюдать за процессами, происходящими в сердце и головном мозге.

МСКТ помимо уменьшения времени и лучевой нагрузки на пациента имеет ряд преимуществ перед методом спиральной КТ: увеличение зоны анатомического покрытия, скорости сканирования, отношения сигнал/шум, улуч-

шение контрастного разрешения. МСКТ позволяет успешно определять наличие инородных тел в органах и тканях, состояние лимфатической системы, диагностировать аномалии развития, опухоли, метастазы внутренних структур, пневмонии, туберкулезы органов дыхания, нарушение легочного кровообращения (инфаркт легкого, тромбоэмболия легочной артерии, прочие), патологии бронхов, заболевания селезенки, желчевыводящих протоков, мочевыводящих путей, печени, надпочечников, органов малого таза, черепно-мозговые травмы, нарушения структур головного мозга, его кровообращения, дегенеративные изменения суставов, позвоночника (грыжи межпозвоночных дисков, протрузии), патологии щитовидной, паращитовидной желез, гортани, костных элементов, аорты, коронарных артерий сердца, сосудов шеи, мозга, прочие нарушения. Лучевая нагрузка при МСКТ при сопоставимых объемах диагностической информации меньше на 30% по сравнению с обычным спиральным КТ-исследованием. Для этого улучшают фильтрацию спектра рентгеновского излучения и производят оптимизацию массива детекторов [4]. Разработаны алгоритмы, позволяющие в реальном масштабе времени автоматически уменьшать ток и напряжение на рентгеновской трубке в зависимости от исследуемого органа, размеров и возраста каждого пациента.

В 2005 году был представлен томограф в двумя источниками рентгеновского излучения. Разработка данного прибора имела большое значение для изучения и наблюдения за работой объектов, находящихся в быстром и постоянном движении (к примеру, сердца), поскольку использование двух трубок позволило получать изображения сердца независимо от частоты его сокращений. Еще одним преимуществом данного томографа является способность рентгеновских трубок работать в разных режимах тока и напряжения, что делает возможным дифференцировать и исследовать объекты с разной плотностью, близко расположенные друг к другу (например, при контрастировании образований и сосудов, находящихся рядом с костями). Данный эффект основан на различном поглощении излучения при изменении его параметров у смеси крови и йодосодержащего контрастного вещества при неизменности этого параметра у гидроксипатита (основа кости) или металлов [4].

Заключение. Компьютерная томография является одним из прогрессивных методов современной диагностики, которая позволяет получить снимок определенной части тела человека или животных. Мультиспиральная компьютерная томография позволяет исследовать большое число объектов независимо от их структуры и плотности, позволяет исследовать все органы тела в статическом и динамическом состоянии. Необходимо подчеркнуть, что для рентгеновской КТ характерны локальность лучевой нагрузки и высокий уровень защиты других органов от рассеянного излучения. Кроме того, лучевая нагрузка, благодаря модернизации оборудования, уменьшается.

Литература.

1. Календер, В. Основы рентгеновской компьютерной и магнитно-резонансной томографии. – М.: Техносфера, 2006. – С. 134 – 139
2. Компью-

терная томография мозга /Н. В. Верещагин, Л. К. Брагина, С. Б. Вавилов, Г. Я. Левина. – М.: Медицина, 2000. – С. 345 – 355. 3. Линденбратен, Л. Д. Радиология без иллюзий //Мед. визуализация. – 1995. – №4 – С. 4 – 5. 4. Технические средства рентгенодиагностики /Н. Н. Блинов, П. В. Власов, А. М. Гуревич и др. – М.: Медицина, 1981. – 376 с.

УДК 615.849

ИВАНОВА Е.А., студент

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

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

РАДОН И ЕГО ЛЕЧЕБНЫЕ СВОЙСТВА

Введение. Половину дозы от облучения естественными радионуклидами приходится на радиоактивный газ – радон, который есть везде, его невозможно увидеть, почувствовать его запах и вкус. Он содержится в почве, воде, материалах, из которых сделаны наши дома, в организме животных, растений, в самом человеке. В настоящее время радон используется в профилактических и лечебных целях.

Материалы и методы исследования. Методологию исследования составили эмпирические и теоретические общенаучные методы: контент-анализ, изучение, обобщение, синтез, сравнение.

Результаты исследований. Впервые радон был открыт в начале XX века, и уже тогда привлек к себе внимание множества ученых в разных отраслях. К 1920 году было доказано, что радон помогает при лечении самых разнообразных заболеваний. Польза этого элемента изучалась постоянно, собственно, как и вред. Лечение радоном набрало популярность ближе к середине XX века.

Радон представляет собой радиоактивный химический элемент, который относится к категории инертных газов, у него отсутствует запах и цвет. Он является одним из самых редких химических элементов на Земле.

В медицине радон применяется в виде: водных и воздушных ванн, душей, купаний в лечебных бассейнах, орошений, микроклизм, ингаляций или питья, в том числе различные методы физиобальнеолечения, при которых лечебный эффект достигается за счет воздействия на организм излучений радона и его дочерних продуктов. Применяются не только природные радоновые источники, но и ванны, сделанные искусственным способом. Эти процедуры позволяют наиболее эффективно проникать частицам радона в поры кожи, затем они попадают в общий кровоток и уже непосредственно влияют на проблемные участки в организме. В радоновой воде содержатся растворенный азот, радон и короткоживущие продукты его распада. Во время приема минеральных ванн на кожный покров постепенно откладывается радоновый несмываемый налет, ко-

торый после оказания лечебного воздействия по мере полураспада будет выводиться из организма через легкие.

Радоновые ванны обладают выраженным седативным и болеутоляющим действием, улучшают деятельность сердца, нормализуют артериальное давление. Под влиянием радона ускоряется процесс заживления и рассасывания в нервных волокнах, мышечной и костной ткани, они улучшают восстановление нервных волокон и уменьшают воспалительный процесс, влияют на функцию желез внутренней секреции (в частности, на щитовидную железу), на овариально-менструальный цикл, на белковый обмен, что сказывается в усилении выделения мочевой кислоты. Улучшают обмен веществ, оказывают противовоспалительное и обезболивающее действие, улучшают работу сердечно-сосудистой системы, нормализуют сон.

Некоторые люди лишают себя возможности оздоровиться, поскольку считают радоновые ванны небезопасными. Но это ошибочное мнение, при минимальном воздействии радиоактивных альфа-частиц удастся извлечь исключительно пользу. Но, использование радоновых ванн при наличии противопоказаний может серьезно навредить организму. Противопоказания радоновой терапии те же, что имеют место при всех физических воздействиях на организм. Это острые или хронические заболевания в фазе обострения, онкопатология, инфекционные болезни, открытая форма туберкулеза, расстройства кровообращения, психические заболевания беременность или просто непереносимость радона.

Заключение. Радон является одним из самых уникальным химических элементов на Земле. Человек сумел применить его уникальные лечебные свойства себе во благо. Появился целый метод – радонотерапия, который позволяет лечить с помощью минеральных ванн. При минимальном воздействии радиоактивных альфа-частиц применение лечебных ванн оказывает только пользу, но следует помнить, что все хорошо в меру.

Литература.

1. *Когда сама природа лечит [Электронный ресурс]//- Режим доступа: <http://www.poliklinika6.by/blog/когда-сама-природа-лечит>. –Дата доступа: 12.03.2021.* 2. *Радон и его влияние на здоровье [Электронный ресурс]// - Режим доступа: https://uzmzcgge.by/_files/news/infoorg/07062011.pdf. – Дата доступа: 12.03.2021.*

УДК 636.934.3:616.37-002

КОВАЛЕВ К.Д., студент 3 курса биотехнологического факультета

Научный руководитель – **Федотов Д.Н.**, канд. вет. наук, доцент

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

МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЯВЛЕНИЕ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЕ У ЕНОТОВИДНОЙ СОБАКИ, ОБИТАЮЩЕЙ НА РАДИАЦИОННОЙ ТЕРРИТОРИИ 30-КМ ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

Введение. На месте от последствий катастрофы аварии Чернобыльской АЭС на территории Беларуси создано государственное природоохранное научно-исследовательское учреждение «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник». За 30 лет научных исследований по определению морфогенеза и отдельных гистологических изменений в органах, в том числе поджелудочной железы у енотовидной собаки в заповеднике ученые не проводили.

Диагностика заболеваний поджелудочной железы представляет одну из трудных задач в ветеринарной медицине мелких животных, в том числе собак. В патоморфологической диагностике болезней поджелудочной железы важное место принадлежит гистологическим исследованиям.

Материал и методы исследований. Цель исследований – провести анализ патогистологических исследований поджелудочной железы у енотовидной собаки (*Nyctereutes procyonoides*) в условиях радиационного ареала (территории белорусского сектора зоны отчуждения).

Исследования по изучению морфологии поджелудочной железы енотовидной собаки выполнялись в лаборатории кафедры патологической анатомии и гистологии УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». Вскрытие енотовидных собак и отбор поджелудочных желез осуществляли в отделе экологии фауны государственного природоохранного научно-исследовательского учреждения «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник».

В лаборатории спектрометрии и радиохимии государственного природоохранного научно-исследовательского учреждения «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник» с использованием гамма-бета спектрометра МКС-АТ1315 (свидетельство №МН0104573-4818) и гамма спектрометра «Canberra» проведен радиоспектрометрический анализ определения в образцах мышечной и костной ткани содержание цезия-137 и стронция-90. В результате анализа результатов более 20 образцов мы определили 7 взрослых енотовидных собак (старше 3 лет) с наиболее повышенным содержанием в организме радионуклидов и все они были отловлены в бывшем населенном пункте (б.н.п.) Красноселье. Особое внимание уделялось гистологическим срезам поджелудочной железы двум особям 15-ЕС-08-19 (№ пробы 1139, 1140) и 15-

ЕС-06-19 (№ пробы 1769, 1770), так как в их мышцах и костях наибольшее содержание радионуклидов, особенно цезия-137.

Для гистологических исследований от изучаемых животных отбирали поджелудочные железы, из центра которых вырезали кусочки и фиксировали в 10%-ом растворе нейтрального формалина и смеси Ружа (состоит из 20 мл формалина, 1 мл уксусной кислоты и 100 мл дистиллированной воды). Зафиксированный материал подвергали уплотнению путем заливки в парафин по общепринятой методике [3]. Гистологические препараты для обзорного (общего) изучения окрашивали гематоксилин-эозином.

Результаты исследований. В результате проведенных гистологических исследований установлено, что у 43% особей наблюдается серозный отек паренхимы поджелудочной железы, который также сопровождается местами лизисом и пикнозом ядер ациноцитов. Следует отметить, что у особи с наибольшей концентрацией ^{137}Cs в мышечной ткани (52476 ± 10495 Бк/кг) серозный воспалительный отек сопровождался с обособлением ацинусов и их частичной деструкцией. У 71% енотовидных собак наблюдается липоматоз поджелудочной железы. При липоматозе отмечается разрастание жировой ткани от капсулы органа к его центру. Паренхима замещается адипоцитами поэтапно, так как на гистологических срезах дольки с ацинусами замещены жировой тканью до 20-40% последовательно – одна за другой, а не диффузно или хаотично. Между жировой тканью и не поврежденной паренхимой располагаются соединительнотканые рубцы.

В 100% случаев наблюдается склероз поджелудочной железы. В результате разрастания соединительнотканых междольковых перегородок, от которых отходят множественно ответвления прослоек рыхлой соединительной ткани, которые в результате сдавливания ацинусов приводят к их атрофии. Обращает внимание, тот факт, что у особей с меньшей концентрацией радионуклидов в организме, особенно ^{137}Cs (например, 11806 ± 2361 Бк/кг) наблюдается разрастание грубоволокнистой соединительной ткани (в виде соединительнотканых рубцов), часто вокруг протоков и сосудов.

У 29% енотовидных собак наблюдается деструкция островков Лангерганса, вокруг которых разрастается рыхлая соединительная ткань в виде капсулы. Окружающие островок ацинусы в состоянии деструкции (в результате сдавливания соединительнотканых прослоек), а иногда – некроза.

Заключение. Таким образом, анализ гистологических срезов установил диагноз – хронический панкреатит, который у енотовидных собак из радиационной зоны характеризуется серозным воспалительным отеком ткани железы неинфекционного характера с признаками деструкции, атрофии и иногда некроза железистой ткани, ее склероза и липоматоза, нарушением функционирования и гистологического строения железы, образованием соединительнотканых рубцов.

Полученные патогистологические данные по изменениям в поджелудочной железе можно использовать в качестве индикаторов окружающей среды обитания енотовидной собаки под влиянием ряда экологических факторов.

Литература.

1. Федотов, Д. Н. Морфологическое состояние эндокринных желез и содержание радионуклидов в организме енотовидной собаки в условиях территории белорусского сектора зоны отчуждения / Д. Н. Федотов, М. П. Кучинский, И. С. Юрченко // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал. – Витебск, 2018. – Т. 54, вып. 2. – С. 72–7. 2. Федотов, Д. Н. Гистология диких животных : монография / Д. Н. Федотов. – Витебск : ВГАВМ, 2020. – 212 с.

УДК 94(47).084.8

КОВАЛЕВА А.Б., студент (5 курс, факультет ветеринарной медицины)

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

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

АМЕРИЦИЙ-241 — СВОЙСТВА, РАСПРОСТРАНЕНИЕ И УСИЛЕНИЕ ЕГО БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ

Введение. Экологическая опасность загрязнения окружающей среды америцием-241 (Am-241), которое произошло вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, обусловлена тем, что данный изотоп относится к группе наиболее опасных радиоактивных тяжелых элементов, ядра которых испытывают спонтанное деление [1].

Материал и методы исследования. В работе использованы официальные статистические данные Республиканского центра по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды Министерства природных ресурсов Республики Беларусь, Белорусского института системного анализа и информационного обеспечения научной сферы [2]. Применяли следующие методы: анализ, сравнение, обобщение и интерпретация представленных результатов.

Результаты исследований. Америций-241 – является дочерним продуктом изотопа плутония-241. Америций-241 имеет период полураспада 432,8 года. При распаде америций-241 испускает альфа-частицы и мягкие (60 кэВ) гамма-лучи. Америций-241 – это металл серебристо-белого цвета, поддающийся ковке. Америций в темноте светится за счет собственного альфа-излучения. Больше всего он похож на металлы редкоземельного семейства. Америций медленно тускнеет в сухом воздухе при комнатной температуре. Температура плавления америция составляет 1173°C, температура кипения 2607°C, плотность 13760 кг/м³ [1].

В отличие от плутония, америций-241 имеет достаточно хорошую растворимость и, следовательно, имеет большую подвижность в окружающей среде (по сравнению с плутонием).

При поступлении америция-241 через органы дыхания отмечается, что изотоп быстро перемещается из легких в кровь и имеет способность к накоплению в скелете и печени человека [3]. Установлено, что америций-241 может поступать в организм животных и через кожу. Так на опытах с поросятами было установлено, что около 0,02% америция поступает в организм животного от нанесенного на кожу. При повреждении кожных покровов наблюдается резкое увеличение всасывания америция в 100 – 250 раз [3].

На уровни отложения радионуклида в этих органах влияют химическая форма вводимого соединения и вид, возраст человека и животных.

Потенциальная экологическая опасность загрязнения окружающей среды америцием-241, которое произошло вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, обусловлена возрастанием его подвижности со временем. Увеличение способности к миграции чернобыльского америция обуславливается разрушением топливных частиц (горячих частиц) и переходом инертных форм радионуклида в биологически доступные.

Как и другие изотопы плутония, америций-241 находится в верхнем слое почвы. В отличие от плутония, доля подвижных форм америция составляет 32% (для плутония – 4-15%).

Соотношения активностей америция и плутония с каждым годом увеличивается. Если в 1986 году такое соотношение составляло $0,13 \pm 0,03$, то за следующие 70 лет такое соотношение увеличится в 20 раз за счет радиоактивного распада плутония и накопления америция-241 [2].

Современные уровни загрязнения территории зоны отчуждения америцием-241 колеблется в разном диапазоне. Максимальные уровни достигают 1 Кюри на км². При этом содержание америция-241 в растительной биомассе чернобыльской зоны в 10 раз выше содержания плутония. При этом америций больше накапливается в вегетативных органах растений чем в корнях.

Заключение. В результате проведенного анализа имеющихся статистических данных о радиоактивном загрязнении территории Республики Беларусь в связи с аварией на Чернобыльской АЭС установлено, что активность Am-241 на территории нашей страны неуклонно растет, что связано с переходом инертных форм радионуклида в биологически доступные. Учитывая большой период полураспада америция, эти проблемы будут актуальными для многих поколений жителей Беларуси и соседних государств.

Литература.

1. Радиобиология: термины и понятия: энцикл. справ. / Г. Г. Верещако, А. М. Ходосовская; Нац. Акад. Наук Беларуси, Ин-т радиобиологии. - Минск: Беларуская навука, 2016. — 340 с. 2. Белорусский институт системного анализа и информационного обеспечения научной сферы [Электронный ресурс] / Ст. науч. сотр. ГУ «БелИСА» В. П. Мацко. — Электр. текст. дан. Режим дост: <http://belisa.org.by/ru/print/?brief=f0a93e325a9f6faf>, свободный. 3. Радиационная медицина: учебное пособие / В. Н. Бортновский [и др.]; под ред. В. Н. Бортновского. — Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2016. — 213 с.

УДК 621.039.6

КОВАЛЕНКО А.И., студент 3 курса факультета ветеринарной медицины
Научный руководитель – **Братушкина Е.Л.**, канд. вет. наук, доцент
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной
медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

РЕАКТОР ТЕРМОЯДЕРНОГО СИНТЕЗА

Введение. Человечество с момента своего появления пытается изучать окружающие объекты и использовать их себе на пользу. В какой-то момент технологии достигли такого уровня развития, что человечество смогло начать изучение космических тел, в том числе звезд и процессов, протекающих в них.

Материалы и методы исследований. Целью исследования являлась изучение создания реактора термоядерного синтеза. Методологию исследования составили эмпирические и теоретические общенаучные методы: контент-анализ, изучение, обобщение, синтез, сравнение.

Результаты исследований. В 1950-е годы академик Андрей Сахаров предложил для изучения процессов, происходящих в ядрах звезд, создание реактора, который впоследствии был назван Токамак. В 1954 году в СССР был построен первый в мире Токамак. Далее небольшие экспериментальные установки начали появляться в таких странах как США, Япония, Германия, Великобритания. Благодаря этому, человек смог доказать, что способен создать и поддерживать реакции, происходящие в ядрах звезд. Токамак – тороидальная вакуумная камера с магнитными катушками – устройство, предназначенное для создания необходимых условий проведения реакции термоядерного синтеза. К таким условиям относятся температура приблизительно 150 млн. °С, удержание в подвешенном состоянии плазмы, высокая плотность плазмы.

Под термоядерным синтезом понимают реакцию, в которой 2 ядра атомов взаимодействуют друг с другом, в результате чего получается новое вещество, и выделяется огромное количество энергии. Самой используемой реакцией является взаимодействие дейтерия и трития с образованием гелия-4, нейтронного излучения и тепловой энергии.

На данный момент все существующие токамаки являются экспериментальными установками, они не предназначены для получения энергии и тратят ее больше, чем производят. Но уже в 1980-е начались разработки плана по созданию такой установки, которая производила бы больше энергии, чем потребляла для поддержания реакции. Так в 1985 в Женеве встретились лидеры двух мировых держав СССР и США – Михаил Горбачев и Рональд Рейган. На саммите генсек ЦК КПСС Михаил Горбачев предложил реализовать совместный международный проект по развитию термоядерной энергетики в мирных целях. Спустя год между американскими, советскими, европейскими и японскими учеными было достигнуто соглашение по проекту, началась проработка концептуального дизайна крупного термоядерного комплекса ITER. Проработка инженерных деталей затянулась, США то выходили, то возвращались в проект,

к нему со временем присоединились Китай, Южная Корея и Индия. Участники разделяли обязанности по финансированию и непосредственным работам, а в 2010 году, наконец, стартовала подготовка котлована под фундамент будущего комплекса. Его решили строить на юге Франции возле города Экс-ан-Прованс.

Так что же такое ITER? Это огромный научный эксперимент и амбициозный энергетический проект по строительству самого большого токамака в мире. Сооружение должно доказать возможность коммерческого использования термоядерного реактора, а также решить возникающие физические и технологические проблемы на этом пути.

Самой важной частью комплекса является непосредственно токамак. Он состоит из нескольких составных частей. Вакуумная камера объемом 850 м³ используется как среда для проведения реакции. Инжекторы нейтрального луча и радиочастотного нагрева обеспечивают плазму веществами для реакции и нагревают плазму до 150 млн. °С. На внутренних стенках камеры расположены специальные модули, которые называют бланкетами. Внутри них циркулирует вода. Вырывающиеся из плазмы свободные нейтроны попадают в эти бланкеты и тормозятся водой. Из-за чего она нагревается. Сами бланкеты защищают всю остальную махину от теплового, рентгеновского и нейтронного излучения плазмы. Дивертор будет обеспечивать удаление излишков тепла и продуктов реакции из камеры. В реакторе предусмотрены специальные диагностические модули для контроля условий реакции. Для поддержания плазмы в подвешенном состоянии используется 48 сверхпроводящих магнитов. Снаружи вся конструкция окружена криостатом высотой 30 м, таким же диаметром и объемом 16 тыс. м³. Криостат защищает элементы реактора от перегрева, а так же обеспечивает условия для нормальной работы магнитной системы.

Производство всего этого оборудования разделено между странами-участницами. Например, над частью бланкетов работают в России, над корпусом криостата — в Индии, над сегментами вакуумной камеры — в Европе и Корее.

Но это отнюдь не быстрый процесс. К тому же права на ошибку у конструкторов нет. Команда ITER сперва моделирует нагрузки и требования к элементам конструкции, их испытывают на стендах (например, под воздействием плазменных пушек, как дивертор), улучшают и дорабатывают, собирают прототипы и опять тестируют перед тем, как выдать финальный элемент. Но одно дело собрать. И совсем другое — все это обслуживать. Из-за высокого уровня радиации доступа к реактору нет. Для его обслуживания разработано целое семейство роботизированных систем. Часть будет менять бланкеты и кассеты дивертора (весом под 10 тонн), часть — управляться удаленно для устранения аварий, часть — базироваться в карманах вакуумной камеры с HD-камерами и лазерными сканерами для быстрой инспекции. И все это необходимо делать в вакууме, в узком пространстве, с высокой точностью и в четком взаимодействии со всеми системами. Для обслуживания всей системы будут построены криокомбинат для выработки жидкого азота и гелия, здание выпрямителей магнитной системы с трансформаторами, трубопроводы системы охлаждения

(диаметром по 2 метра), систему сброса тепла с 10 вентиляторными градирнями и многое другое.

Токамак ITER станет первым термоядерным реактором, который будет вырабатывать больше энергии, чем необходимо для нагрева самой плазмы. К тому же он сможет поддерживать ее в стабильном состоянии намного дольше ныне существующих установок. Ученые утверждают, что именно для этого и нужен столь масштабный проект.

С помощью такого реактора специалисты собираются преодолеть разрыв между нынешними небольшими экспериментальными установками и термоядерными электростанциями будущего. Например, рекорд по термоядерной мощности был установлен в 1997 году на токамаке в Британии — 16 МВт при затраченных 24 МВт, тогда как ITER конструировали с прицелом на 500 МВт термоядерной мощности от 50 МВт вводимой тепловой энергии.

На токамаке будут испытаны технологии нагрева, контроля, диагностики, криогеники и дистанционного обслуживания, то есть все методики, необходимые для промышленного образца термоядерного реактора. Однако не стоит забывать, что это эксперимент. Токамак не будет оборудован турбинами или другими системами конвертации тепла в электричество. То есть коммерческого выхода в виде непосредственной генерации энергии не будет.

В случае успешных результатов эксперимента, у человечества появится новый альтернативный источник энергии. Типичные ядерные реакторы работают на десятках тонн радиоактивного топлива (которые со временем превращаются в десятки тонн радиоактивных отходов), тогда как термоядерному реактору необходимы лишь сотни грамм трития и дейтерия. Первый можно вырабатывать на самом реакторе: высвобождающиеся во время синтеза нейтроны будут воздействовать на стенки реактора с примесями лития, из которого и появляется тритий. Запасов лития хватит на тысячи лет. В дейтерии тоже недостатка не будет — его в мире производят десятками тысяч тонн в год.

Термоядерный реактор не производит выбросов парниковых газов, что характерно для ископаемого топлива. А побочный продукт в виде гелия-4 — это безвредный инертный газ.

Но есть и минусы. Прежде всего, это банальная сложность запуска самоподдерживающейся реакции. Ей нужен глубокий вакуум. Сложные системы магнитного удержания требуют огромных сверхпроводящих магнитных катушек. Все это выливается в колоссальные денежные затраты. В то же время не стоит забывать о том, что термоядерные реакторы являются источниками ионизирующего излучения, и потому требуется тщательная изоляция реактора от окружающей среды. Однако термоядерные реакторы достаточно безопасны. При любой катастрофе термоядерная реакция попросту прекратится без каких-либо серьезных последствий для окружающей среды или персонала, так как нечему будет поддерживать реакцию синтеза, и она просто остановится.

Заключение. Эра термоядерной электроэнергетики — светлое будущее, которое позволит человечеству решить проблему конечности ископаемых энергоносителей.

Литература.

1. Арцимович, Л. А. Управляемые термоядерные реакции. — Москва: Физматлит, 1961. — 467 с. 2. Лукьянов С. Ю. «Горячая плазма и управляемый ядерный синтез» «Наука», Москва: МИФИ, 1999. — 424 с. 3. Басов, Н. Г. Физика лазерного термоядерного синтеза / Н. Г. Басов, И. Г. Лебо, В. Б. Розанов. - Москва : Знание, 1988. - 174 с. 4. Современная концепция естествознания: начала и образ науки в массовом образовании / Е. А. Толкачев. - Минск : РИВШ, 2012. - 212 с. : рис. - (Концепция современного естествознания). - Библиогр.: с. 204. 5. R. Betti and O. A. Hurricane. Inertial-confinement fusion with lasers // Nature Physics. — 2016. — Vol. 12. — P. 435–448. 6. <https://www.iter.org/>

УДК 577.34:633.2/.4

КОВАЛЬКОВА П.Ф., БОРОДИН А.Ю., КУХТА К.С., студенты (3 курс, факультет ветеринарной медицины)

Научный руководитель – **Петроченко И.О.**, ассистент

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

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА КОРМОВ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ БЫХОВСКОГО РАЙОНА

Введение. Широкомасштабное радиоактивное загрязнение сельскохозяйственных земель, определившее поступление радионуклидов в организм человека с продуктами питания и последующее его облучение, в настоящее время является одним из наиболее значимых радиоэкологических последствий чернобыльской катастрофы. В Республике Беларусь первоначально было загрязнено 1866,0 тыс. гектаров сельскохозяйственных земель. К 2021 году площади сельскохозяйственных земель в Республике Беларусь, загрязненные цезием-137 с плотностью более 37 кБк/м² сократились до 957 тыс. гектаров, в том числе 589 тыс. гектаров пахотных земель.

Материалы и методы исследований. В процессе исследования производился теоретический анализ научных источников, их сравнение и обобщение, а также изучение социально-радиационного паспорта Быховского района Могилевской области.

Результаты исследований. Одной из задач реабилитации радиоактивно загрязненных территорий является вовлечение в хозяйственную деятельность земель с высокими уровнями радиоактивного загрязнения почв для получения нормативно-чистых кормов и продукции животноводства. Лучший эффект достигается при стойлово-выгульном содержании крупного рогатого скота в летний период, когда зеленые корма скармливаются в скошенном виде. За счет введения такой системы удастся значительно снизить радиоактивность мяса и молока. Отмечено уменьшение поступления радионуклидов в молоко в 3–5 раз,

в мясо – в 2–3 раза по сравнению с пастбищным содержанием. На первом этапе откорма животным скармливают загрязненные корма. На заключительном этапе используют «чистый», контролируемый по содержанию радионуклидов, рацион. Так, при использовании «чистых» кормов за 90 суток до убоя животных содержание цезия снижается в мышцах в 17,0 раз, почках – в 13,3, сердце – в 23,7, печени – в 16,1, легких – в 13,1 раза [1].

Производство кормов на территории Быховского района имеет свои особенности из-за неравномерного загрязнения радионуклидами и состава почв. Согласно данным крупномасштабного почвенного картографирования на территории района преобладают дерново-подзолистые почвы, которые занимают 47,7% (по области 41,9%), удельный вес дерново-подзолистых заболоченных почв составил 23,6%, что в 1,7 раза ниже, чем по области (40,9%) [3].

Накапливание радионуклидов в кормах происходит в основном за счет корневого поступления радионуклидов в растения и далее в животноводческую продукцию и резко уменьшается на высокоплодородных почвах. Поэтому подбор культур и сортов с минимальным накоплением радионуклидов являются важнейшими защитными мероприятиями для снижения перехода и накопления радионуклидов в растениеводческую продукцию. Эти задачи решаются в рамках государственных программ по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС [2].

Анализ коэффициентов перехода цезия-137 и стронция-90 в корма, приведенных в Рекомендациях по ведению агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь [3] показал, что по накоплению цезия-137 в зеленой массе на первом месте стоят многолетние злаковые травы. Затем следуют люпин, рапс, многолетние бобово-злаковые смеси, клевер, горох, горохо-овсяная и вико-овсяная смеси, кукуруза. Картофель и кормовая свекла накапливают радиоактивный цезий-137 меньше, чем зеленая масса кукурузы. Так же стоит отметить, что накопление его в соломе в 2 раза выше, чем в зерне, а наиболее интенсивно радиоцезий накапливает солома овса. Лучшие культуры с низким накоплением цезия-137 для выращивания кормов на сенокосно-пастбищных угодьях: костер безостый, тимофеевка, мятлик луговой, ежа сборная, овсяница, райграс пастбищный.

По накоплению стронция-90 в зерне первое место занимает яровой рапс, затем люпин, горох, вика, ячмень, яровая пшеница, овес, озимая пшеница и озимая рожь. Наибольшее количество его переходит в солому ячменя, затем следует солома яровой и озимой пшеницы, овса и озимой ржи. В зеленой массе низкое накопление отмечается у горохо-овсяных и вико-овсяных смесях, трав на осушенных землях и трав на пахотных землях, кукурузы. В корнеплодах кормовой свеклы содержание стронция-90 меньше, чем в зеленой массе кукурузы, а клубнях картофеля меньше, чем в корнеплодах свеклы. Травы с низким содержанием стронция-90: мятлик луговой и ежа сборная [1,2].

На территории Быховского района, где преобладают дерново-подзолистые почвы, загрязненные преимущественно цезием-137, посевы клевера предпочтительнее. Клевера накапливают его на 30% меньше, чем многолет-

ние злаковые травы. В связи с этим, наиболее пригодны клеверо-злаковые травосмеси, которые обеспечивают кормовой рацион белком при минимальных дозах азотных удобрений, а на плодородных почвах и без минерального азота. Злаково-бобовые травосмеси на дерново-подзолистых почвах тяжелого гранулометрического состава гарантируют наибольшую экологическую безопасность, так как азот минеральных удобрений компенсируется биологическим азотом бобового компонента [3].

Анализ агроэкологических особенностей производства кормов также выявил, что хорошие возможности для повышения урожайности и всестороннего использования в качестве основной культуры имеют донник белый и эспарцет. За счет высокого содержания в них белка они являются значительным резервом в решении проблемы увеличения производства кормов. Данные сорта способны расти на почвах бедных по основным элементам питания, с неустойчивым водным режимом, где возделывание других культур невозможно или нерентабельно. Так по сравнению с эспарцетом донник имеет более высокую удельную активность зеленой массы, что демонстрирует необходимость вести радиологический контроль при его выращивании на радиоактивно загрязненных территориях и оценку качества зеленой массы культуры. Значительное влияние на переход цезия-137 в зеленую массу эспарцета оказывают условия выращивания, в том числе и применения удобрений. Повышенные дозы калия приводят к уменьшению в 1,8-6 раз накопления в продукцию по сравнению с контролем. Также отмечено значительное влияние на переход цезия-137 в культуру водного режима почв. На автоморфных почвах переход радионуклидов из почвы в растение выше [1]. Применение микробиологических инокулянтов приводит к росту урожайности бобовых трав и оказывает некоторый эффект на снижение аккумуляции Cs-137 в растениях на всех изученных бобовых травах, скорее всего за счет эффекта биологического разбавления. Данный эффект проявляется в результате стимуляции роста и развития растений. Внесение удобрений вызывает дальнейшее уменьшение перехода радионуклидов в растения, очевидно, за счет усиления проявления упомянутого эффекта [2].

В ходе исследования был учтен и такой агротехнический метод как севооборот и подобраны растения, которые позволят увеличить продуктивность кормов и полученный корм чище. Для этого нужен подсев райграса однолетнего под горохо-овсяные или вико-овсяные смеси, которые высеваются после уборки озимой ржи на зеленую массу. Продуктивность увеличивается за счет сбора трех урожаев зеленой массы: в мае – озимой ржи, в июне-августе – вики или овса, а в сентябре – райграса. А на почвах с низкой и средней плотностью загрязнения радионуклидами возможно выращивание редьки масличной, рапса ярового, горчицы белой.

Заключение. Изучение радиологической обстановки и учет агроэкологических особенностей в производстве кормов на территории радиоактивного загрязнения показывает, что в отдаленный период после катастрофы она, благодаря естественному распаду радионуклидов и проведению защитных мероприятий, постепенно улучшается. А правильный подбор культур с низким содержа-

нием радионуклидов позволит на территории Быховского района производить корма и сельскохозяйственную продукцию согласно действующим нормам.

Литература.

1. Кильчевский, А. В. Основы сельскохозяйственной экологии и радиационная безопасность / А.В. Кильчевский, Г.А. Чернуха, Е.П. Воробьева; ред.: А.В. Кильчевский, Г. А. Чернуха. – Минск: Ураджай, 2001. – 222 с. 2. Рекомендации по ведению агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь на 2012–2016 гг. – Минск: РНИУП «Институт радиологии», 2012. – 120 с. 3. Социально-радиационный паспорт Быховского района Могилевской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа : www.chernobyl.gov.by. – Дата доступа : 18.04.2021.

УДК 614.876(476.2)

КОЗЛОВА О.Н., ДМИТРИЕВА А.Д., студенты (3 курс, факультет ветеринарной медицины)

Научный руководитель – **Петроченко И.О.**, ассистент

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

РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ КАТАСТРОФЫ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС ДЛЯ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Введение. Формирование радиоактивного загрязнения природной среды на территории Беларуси началось сразу же после взрыва реактора Чернобыльской АЭС. Загрязнение территории Беларуси цезием-137 с плотностью выше 37 кБк/м² составило 23 % от всей площади республики. Учитывая масштабность и тяжесть последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС, Верховный Совет Беларуси в июле 1990 года объявил территорию республики зоной экологического бедствия [3].

Материалы и методы исследований. Целью исследования стало выяснение экологических последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС для населения Республики Беларусь и конкретно для Гомельской области. Для этого проведен теоретический анализ и обобщение материалов научных конференций, докладов и электронных ресурсов.

Результаты исследований. Радиоактивное загрязнение носит весьма неравномерный, «пятнистый» характер. Первое пятно - это ближняя зона Чернобыльской АЭС, куда входит и 30-км зона вокруг самой станции. Уровни загрязнения почвы цезием-137 этой территории чрезвычайно высоки, максимальные значения в отдельных точках превышали 37000 кБк/м². Часть загрязнения именуется как северо-западный след (второе пятно). К нему относятся южная и юго-западная часть Гомельской области, центральные части Брестской, Гродненской и Минской областей. Уровни загрязнения в этом следе существенно

ниже, чем в ближней зоне ЧАЭС. Третье пятно находится на севере Гомельской и центральной части Могилевской областей.

Наибольшие уровни выпадения йода-131 имели место в ближней зоне ЧАЭС, в Брагинском, Хойникском, Наровлянском районах Гомельской области. Значительному загрязнению подверглись также юго-западные регионы - Ельский, Лельчицкий, Житковичский, Петриковский районы Гомельской области, а также Пинский, Лунинецкий, Столинский районы Брестской области. В течение первых месяцев после катастрофы йод-131 полностью распался. Однако загрязнение территории этим изотопом обусловило большие дозы облучения щитовидной железы («йодный удар»). Самыми облученными жителями Беларуси оказались дети и подростки, особенно дети в возрасте до 7 лет. В результате воздействия радионуклидов йода на раннем этапе аварии и недостаточной эффективности мероприятий по защите щитовидной железы с 1990 г. в Беларуси начал регистрироваться рост заболеваемости раком щитовидной железы. Наибольшее число случаев рака щитовидной железы выявляется среди жителей Гомельской и Брестской областей [3].

Загрязнение почвы изотопами плутония-238,-239,-240 охватывает почти 2% площади республики. Эти территории преимущественно находятся в Гомельской области. Загрязнение изотопами плутония с высокой плотностью характерно для 30-км зоны ЧАЭС. Наиболее высокие уровни наблюдаются в Хойникском районе.

В результате бета-распада плутония на загрязненных территориях происходит образование америция-241. В связи с тем, что америций-241 по радиотоксичности близок к изотопам плутония, актуальной стала проблема оценки последствий его нарастания. Через 100 лет после аварии на ЧАЭС общая активность почвы на загрязненных территориях Республики Беларусь будет в 2,4 раза выше, чем в начальный послеаварийный период.

После аварии значительно уменьшены размеры пользования лесными, минерально-сырьевыми и другими ресурсами. В зоне загрязнения оказались 132 месторождения различных видов минерально-сырьевых ресурсов. Большой урон нанесен лесному хозяйству. Около четверти лесного фонда Беларуси подверглись радиоактивному загрязнению. В настоящее время уделяется исследованиям радиационного состояния малых рек, находящихся в наиболее загрязненных районах Гомельской и Могилевской областей и являющихся притоками Припяти (реки Брагинка, Несвич и Словечна) и Сожа (реки Липа и Сенна). Озерные водоемы, расположенные на загрязненных территориях, отличаются высокими концентрациями водорастворенного цезия-137 и стронция-90 в донных осадках. Являясь объектами рыбоводства, озерные водоемы играют важную роль в формировании доз облучения населения по пищевым цепям [3].

Проблема радиоактивного загрязнения воздушных масс остается актуальной для территорий, прилегающих к зоне отселения. Оно определяется содержанием радиоактивной пыли в приземном слое атмосферы. Пылеобразование значительно возрастает во время проведения сельскохозяйственных и других работ с активным техногенным воздействием на почву. На радиоактивное

загрязнение приземного воздуха существенное локальное влияние оказывают некоторые стихийные явления, в первую очередь лесные и торфяные пожары.

В настоящее время радиационное воздействие на растения, животных и человека формирует разные по величине и вкладу дозы внешнего и внутреннего облучения. Именно по этой причине необходимо исследовать продукцию, производимую на территории загрязненной радионуклидами, чтобы избежать излучения [2].

По данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия, в настоящее время в Беларуси площади сельскохозяйственных земель, загрязненных цезием-137 и находящихся в пользовании сельскохозяйственных организаций, составляют 903,1 тыс. га, из которых 533,3 тыс. га, или 59,1 % находятся в Гомельской области. Продукция таких организаций проходит тщательный радиологический контроль. При проведении исследований на радионуклиды в лабораториях, полученные результаты сверяют с РДУ-99, согласно которым и определяется пригодность продукции к потреблению. Так в Государственном учреждении «Гомельский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» в марте 2021 г. подразделениями радиационного контроля территориальных центров гигиены и эпидемиологии Гомельской области проведено исследование 217 проб пищевых продуктов на содержание цезия-137. Из государственного сектора исследовано 94 пробы. Превышений допустимых уровней не установлено.

Из частного сектора на содержание радионуклидов цезия-137 исследовано 123 пробы пищевых продуктов, превышения РДУ-99 выявлены в 15 (12,2 %) пробах: в 3 пробах грибов сушеных, в 11 пробах грибов свежих и продуктов их переработки, в 1 пробе прочих продуктов (черника сушеная). Превышения зарегистрированы в пробах грибов сушеных (грибы белые, смесь грибов) в двух районах Гомельской области: Мозырский район н.п. Стрельск (грибы белые) – уровень загрязнения зафиксирован 15504 Бк/кг, при нормативе – 2500 Бк/кг. Максимальный уровень загрязнения зафиксирован в пробе из н.п. Киров Наровлянского района (грибы белые), содержание цезия составило 68927 Бк/кг. Превышения РДУ-99 в пробах грибов свежих и продуктов их переработки (грибы белые, польские, зеленки) зарегистрированы на 3 административных территориях: в Ветковском, Наровлянском и Лельчицком районах. Максимальный уровень загрязнения установлен в пробе из н.п. Киров Наровлянского района, содержание цезия составило 10968 Бк/кг [1].

Заключение. По результатам наших исследований можно сделать вывод, что территория Гомельской области, самая загрязненная радионуклидами область Республики Беларусь, ещё долгое время не придёт к тому уровню экологической обстановки, который наблюдался до аварии.

Литература.

1. *Информация о результатах радиационного контроля продуктов питания и воды, проведенного учреждениями государственного санитарного надзора Гомельской области в марте 2021 г. [Электронный ресурс]. – Режим до-*

статья : <http://www.gmlodge.by/news/informaciya-o-rezultatah-radiacionnogo-kontrolya-produktov-pitaniya-i-vody-provedennogo-49>. – Дата доступа : 16.04.2021. 2. Петрашкевич, В. Г. Цезий-137 в объектах ветеринарного надзора в Гомельской области / В. Г. Петрашкевич ; науч. рук. К. П. Клименков // Молодежь - науке и практике АПК : материалы 100-й Международной научно-практической конференции студентов и магистрантов, г. Витебск, 21–22 мая 2015 г. / Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск : ВГАВМ, 2015. – С. 127–128. 3. Чернобыльская авария: последствия и их преодоление: Национальный доклад / Министерство по чрезвычайным ситуациям, НАН Беларуси; ред.: Е. Ф. Конопля, И. В. Ролевич. – 2-е изд., перераб. и доп. – Барановичи: Укрупн. тип., 1998. – 102 с.

УДК 614.876

КОРМАН А.В. – магистрант

Чернуха Г.А. – научный руководитель, канд. с.х. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь

ВЛИЯНИЕ КАТАСТРОФЫ НА ЧАЭС НА РАДИАЦИОННУЮ ОБСТАНОВКУ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРЕЦКОГО РАЙОНА МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

Введение. Чернобыльская трагедия – это самая грандиозная техногенная катастрофа, в результате которой были заражены огромные территории, как в Беларуси, так и в Украине, России и других странах. Чернобыльская беда ясно дала понять миру, что вышедшая из-под контроля ядерная энергия не признает государственных границ. Проблемы обеспечения ее безопасного использования и надежного контроля над ней должны стать заботой всего человечества.

Наиболее пострадавшими областями республики являются Гомельская и Могилевская. Причем радиоактивное загрязнение территорий произошло крайне неравномерно. В Могилевской области наиболее пострадавшими являются южные районы - Быховский, Костюковичский, Краснопольский, Славгородский и Чериковский. Наименее пострадали северные районы и в том числе – Горецкий. В литературных источниках имеется информация о радиационной обстановке в республике, но она чаще всего касается районов, относящихся к территории радиоактивного загрязнения. Поэтому цель нашей работы – проанализировать влияние катастрофы на ЧАЭС на радиационную обстановку на территории Горецкого района.

Материалы и методы исследований. В процессе исследований были отобраны пробы почвы, молока, сена, силоса, сенажа и муки в хозяйствах в разных частях района. Отбор проб производился в соответствии со стандартными методиками. В радиоизотопной лаборатории кафедры сельскохозяйственной биотехнологии, экологии и радиологии производилось спектрометри-

ческое определение содержания цезия-137 в пробах на гамма-радиометре РКГ-1320 согласно методике экспрессного радиометрического определения по гамма-излучению объемной и удельной активностей радионуклидов цезия-137 в воде, почве, продуктах питания, продукции животноводства и растениеводства.

Измерение мощность дозы (МД) гамма-излучения производили в местах отбора проб с помощью дозиметров ДБГ-06Т и дозиметра-радиометра МКС-АТ6130. Исследования проводились в 2020 году.

Результаты исследований. Было установлено, радиационная обстановка на территории Горецкого района оставалась стабильной, не выявлено ни одного случая превышения уровней МД над установившимися многолетними значениями (0,10-0,12 мкЗв/ч) и не превышала уровень естественного гамма-фона (до 0,20 мкЗв/ч). Из литературных источников известно, что до катастрофы на ЧАЭС значения уровней МД на территории района находились примерно на том же уровне, что позволяет сделать вывод, что существенного влияния на дозы дополнительного внешнего облучения населения Горецкого района в отдаленный период после катастрофы она не оказывает.

Однако, это не значит, что на территорию района не попали черномыльские радионуклиды. Экспериментально установлено, что удельная активность основного загрязнителя территории республики – цезия-137 находилась в пределах 34-70 Бк/кг, что соответствует поверхностной плотности загрязнения 7,4-13,9 кБк/м² (0,2-0,38 Ки/км²). Согласно Закону РБ «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС» к территории радиоактивного загрязнения относятся земли, где поверхностная активность цезия-137 составляет 37 кБк/м² (1,0 Ки/км²) и более. Т.е. на территории Горецкого района этот показатель более чем в 2 раза ниже. До чернобыльской катастрофы загрязнение Cs-137 территории Беларуси за счет глобальных выпадений составляло 1,5-1,9 кБк/м² [1].

В таблице 1 приведены результаты определения содержания цезия-137 в молоке и кормах.

Таблица 1 – Удельная активность цезия-137 в пробах, Бк/кг

Проба	Минимальная	Максимальная
Молоко	2,1	4,9
Сено	15,7	38,0
Силос	13,8	24,5
Сенаж	11,9	27,1

В соответствии с республиканскими допустимыми уровнями содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99) предельно-допустимое содержание цезия-137 в молоке составляет 100 Бк/кг. Т.е. содержания цезия-137 в молоке, производимом сельхозпредприятиями Горецкого района в 20,4-47,6 раз ниже этого предела.

Мониторинг содержания радионуклидов в реперных хозяйствах Могилевской области проводится с 1971 г. Так, в 1985 г. содержание Cs-137 в молоке

было 0,2-0,5 Бк/л [1]. Следовательно, на данном этапе оно на порядок превышает доаварийные уровни.

Предельно-допустимое содержание цезия-137 в кормах составляет: сене – 1300, силосе – 240, сенаже – 500 Бк/кг. Приведенные в таблице значения ниже этих пределов в 34-82,8, 9,8-17,4 и 18,5-42,0 раз соответственно.

Заключение. Согласно законам Республики Беларусь средняя эффективная доза дополнительного внешнего и внутреннего облучения населения за календарный год не должна превышать 1 мЗв. Исходя из того, что содержание цезия-137 в молоке и кормах в десятки раз ниже требований РДУ, можно сделать вывод, что и доза дополнительного облучения жителей Горецкого района значительно ниже этого предела. Т.е. на данном этапе катастрофа на ЧАЭС не оказывает существенного влияния на радиационную обстановку на территории района.

Литература.

1. Мирончик, А.Ф. Динамика содержания радиоактивных веществ в объектах ветнадзора Могилевской области за период 1971-2005 гг. / А.Ф. Мирончик // Чернобыль 20 лет спустя. Стратегия восстановления и устойчивого развития пострадавших регионов: материалы Международной конференции, сборник тезисов, Гомель 2006, С. - 286.

УДК 531.61

КУЗЬМИН К.А., студент 3 курса факультета ветеринарной медицины

Научный руководитель – **Братушкина Е.Л.**, кандидат ветеринарных наук, доцент

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

ДВИЖЕНИЕ КАК ФОРМА СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ

Введение. Анализируя данные исследований прошлого, можно сделать вывод, что мелочи жизни человека могут натолкнуть его на интересные открытия. Ещё Исаак Ньютон говорил, что он далеко видит только потому, что стоит на плечах великанов, конечно, это образное выражение. Таким образом, умея абстрагироваться от окружающего мира смотря на него со стороны, можно заметить, что в нашу жизнь постепенно врывается инновационные технологии, делая нашу жизнь легче и проще. Сначала они способствовали продлению жизни человеческой, а также вывели его на вершину пищевой цепи. Но с таким же успехом сейчас они приводят к сокращению срока жизни, врачи борются с новыми заболеваниями, которые в прошлом сами проходили. И все больше ученых во всех отраслях замечают такой феномен как «порочный круг» -это зависимость одной переменной от другой которая изменяясь побуждает к изменению первую.

Материалы и методы исследований. Цель научной работы стояло проанализировать пути движения энергии (сил) и возможность их сохранения на примере макро и микро мира. Были использованы общенаучные методы исследования логика, дедукция, индукция абстрагирования, сбор данных, статистический анализ

Результаты исследования. Жизнь человека это всего лишь одна миллиардная часть жизни нашей планеты, а если брать соотношение человека и вселенной, то понимаешь, что человек как мельчайшая песчинка в пустыне заполненная еще десятками триллионов тон таких же песчинок. Но даже для такой мельчайшей частицы во вселенной необходима энергия.

Энергия для поддержания жизни человека поступает из вне, так как человек гетеротроф. Он питается, как растительной, так и животной пищей, которая в его организме разделяется на белки жиры углеводы, которые в свою очередь распадаются на мономеры, выделяя энергию, которая так необходима для поддержания жизни и жизнедеятельности организма. Окислительное фосфорилирование, гидрокселирование и множество других реакций в организме не могут протекать без энергии. Но до того как попасть в организм человека она проходит ряд превращений. Рассмотрим на примере создания растительной пищи, как же всего лишь мельчайшие фотоны света и энергии могут превратиться в продукты питания? Мы вспоминаем школьный курс биологии, где нам рассказывали о таком растительном пигменте как хлорофилл, который окрашивает хлоропласты. В них происходит поляризация мембраны и образуется углевод из углекислого газа и воды. Рассматривая данную биологическую цепь фотон света-растения-человек мы вспоминаем о том, что в процессе перехода энергии с одного трофического уровня на другой передается только 10 % (Правила Чаргафа). И сразу возникает вопрос, а где остальные 90%? Они не усваиваются или не поглощаются организмом и распространяются во внешней среде и являются продуктом питания для сапрофитов, которые разлагаясь, являются удобрением для растений. Таким образом, мы рассмотрели макроскопический круг сохранения энергии.

Но и на микроуровне не все так просто. Начнем с атомного строения веществ. В ядре имеются нуклоны – протон и нейтрон, которые благополучно обмениваются зарядами, превращаясь друг в друга. По моему мнению, это необходимо для сохранения заряда, та самая теория сохранения заряда путем движения. Электроны движутся и по мере снижения заряда на более отдаленные орбиты. Сами же атомы стремятся к энтальпии и всегда готовы либо отдать, либо принять чей-то электрон. Для того чтобы это произошло, на атомы должно что-то подействовать: ультрафиолетовое, радиоактивное или рентгеновское излучения, которые сами же по себе вызывают выделения энергии с образованием иона или возбуждения атома, который ищет себе пару антагониста по заряду, так образуются связи между атомами с разрывом которых выделяется энергия. Тут же вещества взаимодействуют между собой с образованием или потреблением тепла и энергии – это и есть молекулярный уровень обмена и энергии.

Заключение. Подводя итог всего вышесказанного, делаем вывод, что движение – это основной способ сохранения энергии. Она никогда не стоит на месте, а большинство проблем, в том числе и ядерных это попытки человека остановить энергию, аккумулировать ее в одном месте с целью перевода одной энергии в другую. Самонадеянность и недостаточный контроль? Ну, если с маленькими аккумуляторами (Li-ion) получилось, и мы имеем сейчас возможность пользоваться портативной техникой, то почему с крупными, то не получится.

Литература.

1. Маглыш, С. С., Кравченко, В. А., Довгун Т. Я.-Биология-«Народная асвета»-2019 -276с. 2. Белясова, Н.А. Биохимия и молекулярная биология: учеб.пособие / Н.А.Белясова. – Минск: Книжный Дом, 2004. – 416 с. 3. Березов, Т.Т. Биологическая химия: учебник / Т.Т. Березов, Б.Ф. Коровкин. – 3-е изд. – М.: Медицина, 1998. – 704 с.

УДК 619:614. 876

КУЛАЧЕНКО И.А., студент 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

ЗАГРЯЗНЕНИЕ МОЛОКА НА ТЕРРИТОРИЯХ ПОСТРАДАВШИХ ОТ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Введение. Авария, произошедшая на Чернобыльской АЭС в 1986 году, является крупнейшей радиационной аварией в мире не только по количеству облученного населения, но и по нанесению материального и морального ущерба. Последствия аварии повлияли на все сферы жизнедеятельности, в том числе и на сельское хозяйство. Загрязнению подверглось более 1,8 млн. га сельскохозяйственных угодий. Из сельскохозяйственного оборота было выведено 227,8 тыс. га угодий, ликвидировано 54 колхоза, закрыто 9 заводов перерабатывающей промышленности. Только из Гомельской области было эвакуировано 50900 голов крупного рогатого скота. За послеаварийный период в результате реализации необходимых защитных мер, естественного распада и фиксации радионуклидов в почве поступление ^{137}Cs в сельскохозяйственную продукцию снизилось в 10-12 раз, ^{90}Sr – в 2-3 раза.

Материалы и методы исследований. Нами изучено и проанализировано состояние загрязнения молока цезием-137 после аварии на Чернобыльской АЭС в Республике Беларусь. В 2021 году на кафедре радиологии и биофизики УО ВГАВМ проверено 9 проб молока разных производителей на содержание в них по активности цезия-137. Исследования проб проведены инструментальным экспресс-методом на приборе РКГ-АТ 1320.

Результаты исследований. При потреблении сельскохозяйственными животными кормов, содержащих радионуклиды, определенная их часть в ходе метаболизма переходит в продукцию животноводства. При этом накопление может значительно меняться в зависимости от индивидуальных особенностей животного, уровня его минерального питания и типа кормления. Чем выше молочная продуктивность, тем больше количество радионуклидов выделяется с суточным удоем.

В результате проведения специализированных мер количество молока, загрязненного цезием-137 свыше 100 Бк/л (РДУ-99), снизилось с 524 600 тонн в 1986 году, до 1 443 тонн в 2000 году и до 1,2 тонн в 2013 году, а в 2014–2015 годах загрязненное молоко уже на перерабатывающие предприятия не поступало. Количество молока с превышением норматива по содержанию цезия-137 сократилось не только в общественном секторе, но и в личных подсобных хозяйствах. За последние пятнадцать лет одним из приоритетов защитных мер стало создание улучшенных сенокосов и пастбищ для молочного стада личных подсобных хозяйств, что позволило существенно снизить содержание радионуклидов цезия и стронция в цельном молоке, используемом непосредственно в пищу. По данным радиационного контроля в Гомельской области в 2019 году только в двух населенных пунктах Брагинского и Хойникского районов обнаружены пробы цельного молока с незначительным превышением республиканских допустимых уровней. При исследовании нами 9 проб молока также не было выявлено превышение в них содержания цезия-137 в соответствии с действующими нормативами.

Заключение. Для снижения содержания радиоактивных веществ в продукции необходимо совершенствовать планирование ведения сельского хозяйства, а также модернизировать защитные мероприятия, с целью достижения минимизации содержания радионуклидов в конечном продукте.

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 614.876

КУЛЕШКОВА А.Е., 3 курс, ФВМ

Научный руководитель – **Наумов А.Д.**, доктор биологических наук

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

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ КЫШТЫМСКОЙ АВАРИИ

Введение. Одна из крупнейших радиационных аварий произошла 29 сентября 1957 года [5], когда на химкомбинате «Маяк» взорвалась емкость-

хранилище с высокорadioактивными отходами. Значительная часть территории уральского региона оказалась загрязненной радионуклидами. На территории был создан Восточно-Уральский заповедник.

Материалы и методы исследований. Материалом исследования послужили научные работы отечественных специалистов, связанные с изучением экологических последствий Кыштымской аварии на химкомбинате «Маяк». Основные методы: теоретический анализ научных источников по исследуемой проблеме, сравнение, обобщение и интерпретация представленных результатов.

Результаты исследований. Авария произошла на территории ПО «Маяк», в банке №14 комплекса хранения радиоактивных отходов С-3. Комплекс был создан специально для хранения высокоактивных ядерных отходов, в первую очередь – соединений плутония в жидкой форме. Произошла течь радиоактивных отходов в бетонную «ванну», в которой контейнер был расположен. Взрыв прогремел в воскресенье 29 сентября в 16.22 [1]. В результате взрыва в воздух, на высоту до 2-х км, поднялось облако высокоактивных ядерных отходов, буквально стертых в тонкий порошок (на момент аварии в банке было около 80 кубометров отходов). Взрыв был настолько мощным, что 160-тонную крышку отбросило на 25 метров, а сама банка была полностью разрушена. Впоследствии было установлено, что мощность взрыва могла достигать 80 тонн в тротиловом эквиваленте. В дальнейшем на загрязненной территории проводились мероприятия по ликвидации последствий аварии, в которых были заняты, в основном, военные.

Суммарная активность выброса в атмосферу составила около 2 миллионов кюри, из них активность составили пять и четыре десятых процента стронций-90, иттрий-90 [3]. Ноль тридцать шесть тысячных процента составил цезий-137, период полураспада которого, составляет около 30 лет [1]. Радионуклиды, входившие в состав выброшенных отходов, имели период полураспада меньше года, это цезий-137, цирконий-88 и ниобий-90. Йод-131 и плутоний-239 в выбросах практически отсутствовали. После аварии предприятиям были разработаны и осуществлены дополнительные мероприятия по обеспечению безопасности хранения жидких радиоактивных отходов. После аварии возникла необходимость оперативного решения вопросов, связанных с оценкой радиоактивности продуктов питания, производимых как в личных, так и общественных хозяйствах, их возможным бракеражем или запрещением потребления конкретных видов пищевых продуктов и т.д. [4]. Радиоактивное загрязнение лесов привело к возникновению ряда проблем в лесохозяйственной сфере. Загрязненные леса стали источником дополнительного облучения персонала и местного населения (так, вклад грибов и лесных ягод в дозу облучения населения в отдельных случаях мог достигать 50-60% дозы внутреннего облучения). Система защитных мероприятий в лесном хозяйстве в основном состояла в ограничении и запрещении некоторых видов хозяйственной деятельности и потребления лесных пищевых продуктов. [2]. С увеличением обводненности почв отмечается повышение миграционной способности радионуклидов, при этом наиболее подвижным радионуклидом является стронций, содержание которого в верхнем

10-сантиметровом слое почвы в зависимости от увлажнения может меняться от 74% в почвах с нормальным увлажнением до 24% в постоянно затопляемых почвах.

Исследования показывают, что экологическая обстановка, пусть медленно, но улучшается: за 50 лет количество радионуклидов окружающей среды уменьшилось в почве в два раза, а в растениях - в 8 раз [4]. Однако полностью безопасными эти территории станут не раньше, чем через сто лет.

Заключение. На территории Восточно-Уральского радиоактивного следа еще наблюдается повышенный радиоактивный фон, не представляющей опасности для людей. Однако территория Восточно-Уральского государственного заповедника до сих пор закрыта для посещения, так как там радиоактивное загрязнение все еще достаточно велико. Производственное объединение «Маяк» несмотря на Кыштымскую аварию и ряд других инцидентов по сей день продолжает свою работу.

Литература.

1. Романов, Г.Н. Кыштымская авария: секреты и мифы (западный анализ аварии 1957 г.) /Г.Н. Романов // Вопросы радиационной безопасности. Научно-технический журнал ПО «Маяк». – 1997. – №3. – С. 65. 2. Medvedev Z.A. Two decades of dissidence. *New Scientist*, 1976, №1025, pp 264–267. 3. Романов, Г.Н. Кыштымская авария: секреты и мифы (западный анализ аварии 1957 г.) /Г.Н. Романов // Вопросы радиационной безопасности. Научно-технический журнал ПО «Маяк». – 1997. – №3. – 4. Никипелов, Б.В. Взрыв на Южном Урале / Б.В. Никипелов, Е.Г. Дрожко //Природа. – 1990. – №5. – С. 48–49. 5. Никипелов, Б.В. и др. Радиационная авария на Южном Урале в 1957 г./ Б.В. Никипелов, Г.Н. Романов, Л.А. Булдаков и др. // Атомная энергия. – 1989. – Т. 67. – Выпуск 2. – С. 74–80.

УДК 94(47).084.8

КРУПНИК А.В., студент 2 курса биотехнологического факультета

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

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

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Введение. Электромагнитные излучения (ЭМИ) - важнейший физический фактор окружающей среды, влияющий на состояние здоровья населения. Контроль ЭМИ - одно из направлений деятельности государственного санитарного надзора в области коммунальной гигиены и гигиены труда [1].

Материал и методы исследования. Материалом исследования послужили научные работы, связанные с влиянием электромагнитного излучения на ор-

ганизм человека. Применяли следующие методы: анализ, сравнение, обобщение и интерпретация представленных результатов.

Результаты исследований. ЭМИ возникает вследствие излучения энергии от любых источников электрических токов (промышленные генераторы высокой частоты, генераторы телевизионных и радиолокационных станций, рентгеновские установки и другие источники). Это периодически переменное в пространстве электромагнитное поле (ЭМП), в котором переменные электрическое и магнитное поля тесно взаимосвязаны и любое изменение электрического поля влечет за собой изменение магнитного поля (и наоборот).

Единой классификации излучений не существует, однако имеется «рабочая» классификация:

1. ЭМП неионизирующей части спектра:

- электростатическое поле (ЭСП);
- постоянное магнитное поле (ПМП);
- токи промышленной частоты;
- ЭМИ радиочастот;
- ЭМИ оптического диапазона — инфракрасное излучение, ультрафиолетовое излучение, лазерное излучение.

2. Ионизирующие излучения:

- рентгеновское;
- γ -излучение;
- α -излучение;
- β -излучение;
- нейтронное;
- позитронное и др.

3. По природе происхождения:

а) природный естественный фон;

б) техногенный фон:

- класс А (технологические) - это излучения, которые используются в технологических процессах, лечебно-диагностических целях;
- класс Б (нетехнологические или паразитные) - это излучения, которые являются побочным продуктом какого-либо технологического процесса [3].

Механизм продолжительного действия ЭМП, особенно малоинтенсивных излучений, на организм человека еще окончательно не изучен. Чувствительность органов и систем к радиоизлучениям определяется биофизическими параметрами (степень абсорбции и отражения, глубина проникновения), функциональным назначением органов, степенью их васкуляризации и др.

Результаты экспериментальных исследований на животных свидетельствуют, что действие ЭМП зависит от напряженности поля, продолжительности действия, частоты колебания волн. Так, с повышением частоты колебания электромагнитных волн влияние ЭМП усиливается, т. е. высокие (ВЧ) и сверхвысокие (СВЧ) частоты вызывают больший биологический эффект, чем низкие. Установлено, что электромагнитные волны миллиметрового диапазона почти полностью поглощаются кожей и действуют на ее рецепторы; сантиметрового и

дециметрового — почти не поглощаются кожей, а проникают глубже и могут влиять непосредственно на структуры ткани, особенно мозга.

Наиболее изучены электромагнитные волны сантиметрового диапазона. Экспериментально доказано, что они обуславливают выраженные биологические эффекты у животных, сопровождающиеся повышением температуры тела, угнетением центральной нервной системы, необратимыми морфологическими изменениями в органах, снижением активности окислительно-восстановительных ферментов, генетическими нарушениями, дефектами развития, учащением случаев гибели. В хроническом опыте на животных получены данные, свидетельствующие об отрицательном действии ЭМП среднечастотного диапазона при напряженности 20–140 В/м, высокочастотного диапазона — при напряженности 8–50 В/м, ультравысокочастотного диапазона — при напряженности 6–3 В/м и сверхвысокочастотного импульсного прерывистого — при поверхностной плотности потока энергии (ППЭ) 10–50 мкВт/см². Указанные уровни обуславливали изменения в центральной нервной системе (начальное возбуждение сменяется процессом торможения), в сердечно-сосудистой системе (снижение частоты сердечных сокращений, изменения на электрокардиограмме и артериального давления), нарушение морфологического состава крови (уменьшение количества лейкоцитов, ретикулоцитов, ацидофильных гранулоцитов), что сопровождается нарушениями функционального состояния эндокринной системы, обменных процессов, дистрофическими процессами в тканях мозга, печени, селезенки, семенников. Таким образом, ЭМП высокого, ультравысокого и сверхвысокого частотных диапазонов могут привести к неблагоприятным изменениям в организме как подопытных животных, так и человека [2; 3; 4].

Заключение. Проблема влияния на организм человека ЭМП как фактора среды обитания приобретает все большее значение, так как с каждым годом увеличиваются количество источников и мощность их излучения. ЭМП, независимо от уровня и диапазона частот, подлежат санитарно-эпидемиологическому нормированию. На основании обобщения результатов экспериментальных исследований были разработаны предельно допустимые уровни (ПДУ) (в зависимости от частоты или длины волны) электромагнитной энергии, которые легли в основу санитарных норм и правил [3; 4].

Литература.

1. Гигиена труда: учеб. / под ред. Н. Ф. Измерова, В. Ф. Кириллова. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2016. 480 с. 2. Требования к электромагнитным излучениям радиочастотного диапазона при их воздействии на человека [Электронный ресурс]: Санитарные нормы и правила: утв. постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 23 05.03.2015. Режим доступа: minzdrav.gov.by. 3. Предельно допустимые уровни электромагнитных излучений радиочастотного диапазона при их воздействии на человека [Электронный ресурс]: Гигиенический норматив: утв. постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 23 от 05.03.2015. Режим досту-

на: minzdrav.gov.by. 4. Гигиенические требования к электромагнитным полям в производственных условиях [Электронный ресурс]: Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы: утв. постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 69 21.06.2010. Режим доступа: minzdrav.gov.by.

УДК 619.576.89:636.2/3

**КУЗЬМЕНКОВА С.Н., ПРОТАСОВИЦКАЯ Р.Н., СТАРОВОЙТОВА М.В.,
ВЕРБИЦКАЯ Л.А.**

Научные руководители – доктор ветеринарных наук, профессор **Ятусевич А.И.**, кандидат биологических наук, доцент **Самсонович В.А.**

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

ФОРМИРОВАНИЕ ПАРАЗИТАРНЫХ СИСТЕМ КРУПНОГО И МЕЛКОГО РОГАТОГО СКОТА В УСЛОВИЯХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕССИНГА

Введение. Паразитарные системы – это комплексы популяций, объединенных устойчивыми биоценотическими связями, функционирование которых связано с конкретным биоценозом (Беклемишев В.Н., 1956). Биоценоз, в свою очередь, представляет собой экологическое единство многих видов живых организмов, длительное время сосуществующих на определенном пространстве. В то же время, существует более обширное понятие, объединяющее биотические (взаимодействие живых организмов) и абиотические (воздействие неорганической среды на живые организмы) факторы и включающее в себя территорию, занимаемую организмами – биогеоценоз. К абиотическим факторам относятся физическое (климат, рельеф) и химические (состав атмосферы, воды, почвы).

Техногенная катастрофа, произошедшая 26 апреля 1986 года, заставила весь мир приспособляться к новым условиям жизни. В 1996 году радиоактивное загрязнение в дозе 1 Ки/км² охватило более 70 тыс. км² в России, Беларуси и Украине. Огромное количество радионуклидов было внесено в наземные и водные экологические системы этих территорий [2].

По данным департамента по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь в настоящее время 49 районов, на которых расположены населенные пункты, относятся к территории радиоактивного загрязнения [4]. Исследованиями Столярова Г.В. (1999) установлено что, загрязнение территории Sr⁹⁰ около 6 кБк/м² было выявлено на 10 % общей площади. Причем загрязнение радионуклидами было неравномерным. Максимальные уровни были обнаружены в 30-километровой зоне вокруг АЭС [3].

Такое обширное загрязнение не могло не сказаться на биоценозах. До аварии на ЧАЭС информацию о воздействии ионизирующего облучения на паразитов можно было получить лишь проведя исследования в условиях лабораторий. Причем главной задачей изучения было определение возможности использования радиоактивных веществ с целью профилактики гельминтозов, дегельминтизации сточных вод и обеззараживания отходов сельскохозяйственного производства.

После аварии на Чернобыльской АЭС Институтом зоологии Академии наук Беларуси под руководством академика Суцени Л.М. совместно с Институтом паразитологии РАН начались планомерные исследования изменений паразитарных систем на загрязненных территориях [2].

К настоящему времени накоплен большой объем материалов, связанных с последствиями аварии на ЧАЭС, однако это не может быть основанием для прекращения исследований по изучению паразитологической ситуации, поскольку с распадом радионуклидов изменяется радиационный фон и, соответственно, условия использования ранее отчужденных территорий. С усилением антропогенного воздействия на этих территориях будет изменяться и структура биоценозов.

Целью нашей работы было изучение формирования паразитарных систем крупного и мелкого рогатого скота на территориях, пострадавших от аварии на ЧАЭС.

Материалы и методы исследований. Изучение гельминтозов овец и их возбудителей проводилось путем анализа ветеринарной отчетности диагностических лабораторий и непосредственного обследования поголовья крупного и мелкого рогатого скота в разных типах хозяйств Центрально-полесской зоны (объединяет южные районы Полесья и районы Гомельской и Брестской областей) и Восточной агроклиматической зоны (районирование по Долбику М.С., 1974). Копроскопические исследования выполняли методами Циля-Нильсона, Дарлинга, последовательных промываний и Бермана-Орлова. Видовой состава паразитов изучали, руководствуясь справочными пособиями Жарикова И.С. и Егорова Ю.Г. (1987), Меркушевой И.В. и Бобковой А.Ф. (1981), Ятусевича А.И. с соавт (2010, 2019).

Для оценки естественной резистентности животных определяли активность гуморальных и клеточных факторов. Бактерицидную активность сыворотки крови определяли с использованием суточной микробной культуры *E. coli*, лизоцимную активность сыворотки крови – фотоэлектрокалориметрическим методом с использованием суточной культуры *M. lisodeikticus*, фагоцитарную активность нейтрофилов определяли с использованием микробных клеток *Staphylococcus aureus*, штамм 209.

Результаты исследований. Анализируя полученные результаты, можно отметить зависимость заболеваемости животных от уровня загрязненности экологической среды обитания. Так, в хозяйствах белорусского Полесья (восточная Полесская зона) 75 % происследованного крупного рогатого скота инвазированы паразитами в различной степени. Фасциолами заражены 15 %, па-

рамфистоматидами – 8 %, желудочно-кишечными стронгилятами – 29 %, диктиокаулами – 21 %, телязиями – 18 %; стронгилоидесами – 21 %, неоаскаридами – 15 %, капилляриями – 20 %, гиподермами – 22 %, демодексами – 13 %. Среди кишечных стронгилят доминировали такие паразиты как трихостронгилиды. Причем отмечалась смешанная инвазия представителями этого семейства. Зараженность трихостронгилюсами доходила до 100 %, остертагиями и коопериями – до 80 %, гемонхами – до 50 % всех инвазированных животных.

При оценке паразитофауны овцепоголовья установлено, что в овцеводческих хозяйствах центрально-полесской агроклиматической зоны 40 % подвергнутых исследованию овец заражены паразитами. Самыми распространенными возбудителями гельминтозов (34 %) являлись кишечные стронгиляты, основную массу которых (83 %) составляли трихостронгилиды. Значительная доля овец была инвазирована стронгилоидами – 23 %. Около 20 % обследованных взрослых животных заражены диктиокаулами. Фасциолы были обнаружены у 20 % овец. У 4,5 % овец были выявлены парамфистомы, у 7 % – трихоцефалы и мониезии. Около 6 % были заражены капилляриями.

В восточной природно-климатической зоне инвазированность овец составила 64 %. Больше половины из них (56 %) были заражены кишечными стронгилятами, преимущественно (87 %) трихостронгилидами. Отмечена высокая зараженность овец диктиокаулами – 39 %, фасциолами – 31 %, мониезиями – 39 %. Наблюдалась значительная инвазия стронгилоидесами – 28 %, капилляриями – 5 %.

Анализируя показатели естественной резистентности необходимо отметить значительное снижение защитных свойств организма животных на территории радиоактивного загрязнения (Протасовицкая Р.Н., 2006). Прогрессирующее снижение функции иммунной системы привело к увеличению распространения криптоспоридиоза. Как известно, возбудителю этой болезни стали уделять большое внимание в связи с проблемой иммунодефицитов у ВИЧ-больных людей и достаточно частым выделением у них криптоспоридий [1]. В животноводстве эта болезнь характерна для молодняка раннего постнатального периода. По нашим данным экстенсивность инвазии у ягнят местных пород составляет более 60 %, у ягнят завезенных импортных пород она достигает 80 %.

Заключение. Изменения биогеоценоза, произошедшие после техногенной катастрофы на ЧАЭС, вынудили все формы жизни приспосабливаться к сложившимся природным условиям на загрязненной территории. Проведенные нами исследования показали, что паразитические формы оказались менее восприимчивы к ионизирующему облучению и, пользуясь ослабленным состоянием организма хозяина, сохранили и приумножили свои популяции.

Литература.

1. *Криптоспоридии в патологии ягнят / Ятусевич А.И. [и др] // Ученые записки УО ВГАВМ. – Витебск : ВГАВМ, 2018. - Т. 54. - № 4. – С. 150-153.* 2. *Пельгунов, А.Н. Паразиты и паразитарные системы в радиационных биоценозах. Зона аварии Чернобыльской АЭС / А.Н. Пельгунов ; отв. ред. С.О. Мовсесян*

; *Ин-т паразитологии*. – Москва : Наука, 2005. – 207 с. 3. Протасовицкая, Р.Н. *Паразитозы крупного рогатого скота Белорусского Полесья* / Р.Н. Протасовицкая // *Ученые записки УО ВГАВМ*, 2006. – Т.42. – Вып.1. – ч.2. – С. 65-69. 4. *Чернобыльское загрязнение территории Республики Беларусь: ретроспектива и современная ситуация [Электронный ресурс]* / Департамент по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. – Минск, 2020. – Режим доступа: <https://chernobyl.mchs.gov.by/novosti/306812/>. – Дата доступа : 21.03.2021.

УДК 621.039:378

МАРЧЕНКО А.В., НЕНАХОВА О.В., студенты 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

РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Введение. 26 апреля 1986 года произошла крупнейшая радиационная катастрофа, которая внесла сильные изменения в жизнь белорусского народа. Авария на 4 энергоблоке Чернобыльской АЭС сопровождалась масштабными радиоактивными выбросами, которые распространились на многие территории. Повышенная радиоактивность была зарегистрирована на расстоянии десятка тысяч километров, основными источниками загрязнения стали: йод-131 (период полураспада 8 суток), цезий-137 (30 лет), стронций-90 (29 лет), плутоний-238 (88 лет) и ещё около 20 радионуклидов. В связи с тяжестью и масштабностью последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС в 1990 года Верховный Совет объявил территорию Республики Беларусь зоной экологического бедствия. Последствиями катастрофы явились экологические, медицинские, экономические, сельскохозяйственные и социальные проблемы. Для их решения были привлечены учёные и специалисты соответствующего профиля, знания и опыт которых позволил получить значительный и во многом уникальный материал о результатах радиационного воздействия на человека и экологию.

Материалы и методы исследования. Нами изучены и проанализированы данные социологических опросов населения. Вопросы, связанные с организацией образования по радиоэкологической проблематике до и после аварии на Чернобыльской АЭС.

Результаты исследований. До Чернобыльской катастрофы население не обладало достаточными знаниями об опасности радиации. При должном и своевременном информировании людей о сложившейся радиационной обстановке, наличии у них знаний о способах индивидуальной защиты, контроля сельскохозяйственной продукции, основах безопасной жизни на загрязнённых

радионуклидами территориях тяжесть последствий взрыва могла быть снижена, а эффективность их преодоления повышена.

В тоже время социологические исследования, проведенные позже в Гомельской области, показали, что только 8,2% опрошенных жителей знают об уровнях загрязнения в местах своего проживания. В Костюковичском районе Могилевской области в 2004 году только 22,6% респондентов были хорошо информированы об источниках радиации, не очень хорошо – 60,8%, вообще ничего не знают – 16%. Особенно характеризуются незнанием в этом вопросе 21,5% сельских жителей и 29,7% пенсионеров. За период после катастрофы выросло новое поколение людей, которое не ощущает остроты проблемы. Следует учитывать и то, что сведения о радиации не всегда открыты и доступны для населения. Поэтому роль и значение образования в области радиологии имеет важное значение.

В связи с последствиями аварии на Чернобыльской АЭС, возникла острая необходимость в подготовке специалистов радиобиологического и радиозэкологического направления. В Республике Беларусь начали активно открываться учебные заведения, кафедры, курсы для обучения, подготовки и переподготовки высококвалифицированных кадров. Ведётся информирование сотрудниками МЧС населения. Издаются брошюры, статьи в газетах, научных журналах, пишутся монографии, бюллетени, памятки о радиации.

В Республике Беларусь активная систематическая работа по организации радиозэкологического образования началась в 1989 году. Изначально были введены отдельные курсы по радиационной безопасности для обучаемых на всех уровнях. В ряде высших учебных заведениях были созданы специальные кафедры и открыты специальности подготовки студентов по данному направлению. С 1994 года в Белорусской государственной сельскохозяйственной академии была открыта специальность «Радиозэкология», а с 2002 «Экология сельского хозяйства» со специализацией «Сельскохозяйственная радиозэкология». В Витебской государственной академии ветеринарной медицины на кафедре радиологии и биофизики студенты, в зависимости от специальности подготовки, в настоящее время изучают дисциплины: ветеринарная радиология, радиобиология, радиобиология и радиационная экспертиза, радиационная безопасность. Также в других вузах созданы кафедры экологического профиля, они обеспечивают преподавание дисциплин радиозэкологической направленности, в их число входит кафедра экологии в Белорусском национальном политехническом университете (до 2002 года Белорусская государственная политехническая академия), кафедра радиационной медицины и экологии в Минском государственном медицинском институте и др. Ведущим учреждением образования в данной области является Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова Белорусского государственного университета.

Подготовку специалистов высшей квалификации по чернобыльской тематике ведётся и через аспирантуру в ряде высших учебных заведениях и научных учреждениях.

Также в Республике Беларусь был установлен порядок, по которому работники подразделений радиационного контроля обязаны раз в 5 лет проходить повышение квалификации.

Заключение. Радиобиологическое и радиоэкологическое образование является важной частью системы образования, поскольку оно направлено на формирование современных знаний, которые необходимы для реального восприятия широкого круга проблем, связанных с воздействием радиации на человека и окружающую среду, радиационной безопасностью и гигиеной, использованием «мирного атома» и ядерных технологий. Специалисты решают вопросы радиационной безопасности, тем самым обеспечивая стабильность радиационного фона и безопасность населения.

Литература.

1. Чернобыльская авария: последствия и их преодоление: Национал. докл. / Мин-во по чрезвычайн. Ситуациям, НАН Беларуси; Под ред. Е. Ф. Конопки, И. В. Ролевича. – 2-е изд., перераб. и доп. – Барановичи: Укрупн. тип., 1998. С. 94-100.

УДК 619:616-001.28/29:614.31

МЕДВЕДЕВА Е.А., студентка 4 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

РАДИАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

Введение. Мониторинг – наблюдение за окружающей средой, контроль и управление за ее состоянием. Радиационный мониторинг включает систему наблюдений за радиационной обстановкой. Необходимость его вызвана тем, что на Земле возросло антропогенное воздействие ионизирующего излучения на природную среду, в том числе в сфере АПК. Вопросы, связанные с радиационным мониторингом воздушной среды, являются актуальными для общества. На людей и животных постоянно воздействуют различные компоненты радиационного фона (естественного, технологически измененного, искусственного). В настоящее время установлено, что уровень радиации отображает степень организации метаболических процессов живых объектов. Радиация является неблагоприятным фактором жизни человека. В Республике Беларусь создана и функционирует система радиационного мониторинга, вошедшая в национальную систему мониторинга окружающей среды Республики Беларусь. В ее состав входит широкая сеть пунктов наблюдений и аккредитованных лабораторий. Основные объекты мониторинга – атмосферный воздух, почва, поверхностные и подземные воды.

Основными источниками загрязнения окружающей среды являются испытания ядерного оружия и аварии на АЭС. В мире имеются 192 атомные станции и три десятка стран, которые используют энергию мирного атома. К ядерным странам относится и Республика Беларусь. На Белорусской АЭС проводятся опытно-наладочные и пусковые работы по введению в промышленную эксплуатацию первого энергоблока станции.

Нормативным (контрольным) показателем на территории Республики Беларусь является мощность экспозиционной дозы (уровень гамма-фона) не более $1,4 \times 10^{-12}$ А/кг (20 мкР/ч). Изменение величины уровня гамма-фона служит одним из ранних и объективных показателей неблагополучия радиационной обстановки на местности. В системе радиационной безопасности применяется понятие «эквивалентная доза», учитывающая особенности проявления биологического действия разных видов радиоактивного излучения. Фоновое значение мощности эквивалентной дозы гамма-излучения не должно превышать значения 0,20 мкЗв/ч.

Материалы и методы исследований. Дозиметрические исследования (измерение уровня гамма-фона) проводились в помещениях кафедры радиологии и биофизики УО ВГАВМ и вне помещений (на местности) прибором МКС-АТ 6130 по методике выполнения измерений мощности эквивалентной дозы гамма-излучения дозиметрами и дозиметрами-радиометрами.

Дозиметр-радиометр МКС-АТ 6130 позволяет, по функциональным возможностям, измерить мощность амбиентной дозы рентгеновского и гамма-излучения; амбиентную дозу рентгеновского и гамма-излучения; плотность потока бета-частиц, испускаемых с загрязненной радиоактивными веществами поверхности.

Прибором МКС-АТ 6130 проведено более 200 ежедневных исследований уровня гамма-фона. При проведении измерения контролировали температуру воздуха в помещении и относительную влажность, а также учитывали погодные условия на местности (температуру, наличие осадков и пр.). Статистическая погрешность измерения прибора составляла в основном 4-6%. В 2020 году на приборе было выполнено измерений с января по ноябрь 124, в 2021 году с января по апрель – 84. При этом гамма-фон имел незначительные колебания от 0,07 до 0,10 мкЗв/ч.

Результаты измерения уровня гамма-фона были сравнены с результатами, полученными в 2004-2005 годах на приборах Белрад-04 и EL 1101.

Прибор комбинированный Белрад-04 – носимый дозиметр мощности экспозиционной дозы гамма-излучения предназначен для контроля радиационной обстановки на местности, в жилых и рабочих помещениях, на территории предприятий, использующих радиоактивные вещества и другие источники ионизирующих излучений.

Монитор гамма-излучения EL 1101 – многофункциональный высокочувствительный прибор с цифровой индикацией показаний и микропроцессорным управлением предназначен для проведения оперативного поиска источников ионизирующих излучений, радиоактивных материалов, а также для измере-

ния мощности экспозиционной дозы, мощности амбиентной эквивалентной дозы гамма-излучения, средней энергии спектра регистрируемого гамма-излучения.

Результаты исследований. В учебной радиологической лаборатории мощность экспозиционной дозы имела пределы 7,0-10,8 мкР/ч, на местности за тот же период наблюдений – 8,6-10,2 мкР/ч (прибор Белрад-04). Что касается мощности эквивалентной дозы гамма-излучения, определяемой на мониторе гамма-излучения, то она составляла соответственно от $0,072 \pm 6\%$ до $0,080 \pm 7\%$. Средняя энергия спектра регистрируемого гамма-излучения колебалась в диапазоне энергий от 0,277 до 0,400 МэВ при коэффициенте вариации 5-8%.

Заключение. Полученные результаты позволяют сравнить и оценить состояние уровня гамма-фона за длительный период времени и могут быть использованы для оценки возможного влияния Белорусской АЭС на радиационную ситуацию.

Литература.

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

УДК 577.34

МИРОНОВА Я.А., КАТАРИН И.А., студенты 3 курса факультета ветеринарной медицины

Научный руководитель – **Петроченко И.О.,** ассистент

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

СТРОНЦИЙ-90 И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ

Введение. Загрязнение территории Республики Беларусь в результате Чернобыльской трагедии стронцием-90 носит, по сравнению с цезием-137, более локальный характер. Уровни загрязнения почвы этим радионуклидом выше $5,5 \text{ кБк/м}^2$ обнаружены на площади 21,1 тыс. км^2 , что составило 10% от территории республики. Максимальные уровни стронция-90 обнаружены в пределах 30-км зоны ЧАЭС и достигали величины 1800 кБк/м^2 в Хойникском районе Гомельской области. Наиболее высокая активность стронция-90 в почве в дальней зоне обнаружена на расстоянии 250 км - в Чериковском районе Могилевской области и составила 29 кБк/м^2 , а также в северной части Гомельской области, в Ветковском районе - 137 кБк/м^2 .

Исторически сложилось так, что в радиационной гигиене уделяется много внимания этому радионуклиду. Именно на стронций-90 приходится значительная часть активности в смеси продуктов ядерного взрыва при авариях на объектах атомной энергетики: 35% суммарной активности сразу после взрыва и 25% через 15-20 лет [1].

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

Результаты исследований. Стронций-90 наиболее важный радиоактивный изотоп стронция, чистый бета-излучатель со средней энергией 0,21 МэВ. Период полураспада 28,6 года. По степени радиотоксичности относится к группе Б (высокая). При распаде образует дочерний радионуклид иттрий-90 с периодом полураспада 64 ч. Величины поглощенных доз и время их формирования различны. Это связано с большим периодом полураспада стронция-90, а также с высокой активностью его дочернего радионуклида иттрия-90. Суммарная величина средней энергии бета-излучения для них составляет 0,545 МэВ. Органы мишени - скелет, костный мозг, кровь, кровеносная система [2, 4].

В организме взрослого человека содержится около 0.3 г стронция. Почти весь он находится в скелете. На другие органы приходится лишь 3.3 мг. Суточное поступление с пищей и водой составляет около 1.9 мг. Выводится из организма с фекалиями — 1.5 мг и мочой — 0.34 мг [2].

Животным радиоактивный стронций в основном поступает с кормом (до 95%) и в меньшей степени с водой (около 2 %). Накопление зависит от его биологической доступности, видовых и возрастных особенностей животных и их физиологического состояния. У молодых животных всасываемость стронция выше. В возрасте нескольких дней она практически достигает 100 %, что связано с высокой проницаемостью стенок кишечника. С увеличением возраста всасываемость снижается. Так, у взрослых животных крупного рогатого скота всасываемость оценивается в 6-16%, у овец в 7-10%, у коз в 3-14%, у свиней в 14% и у кур в 50-80 %. Максимальная концентрация стронция-90 в крови регистрировалась у коров, коз и свиней через 12-24, 12 и 6-12 ч. Соответственно. В крови стронций циркулирует в некомплексной форме и лабильно связан с белками. Кормление коров рационом с высоким содержанием кальция снижает концентрацию его в крови в 1,6-6 раз. По величине накопления в скелете сельскохозяйственных животных можно расположить в ряд: крупный рогатый скот < козы < овцы < свиньи < куры.

Выводится стронций-90 из организма преимущественно с фекалиями, а у лактирующих животных - с молоком до 1% суточного поступления. Из костной ткани стронций выводится медленно. У молодых животных он выводится значительно быстрее, чем у взрослых. Увеличение содержания кальция в корме ускоряет выведение. Помимо скелета наибольшая концентрация отмечена в печени и почках, минимальная — в мышцах и особенно в жире, где концентрация в 4–6 раз меньшая, чем в других мягких тканях. В условиях хронического поступления радиоактивного стронция кратность накопления (содержание нуклида в организме по сравнению с ежедневным поступлением) зависит от возраста животных и равна 10-20. Содержание стронция в период равновесного состояния в 1 кг мышц коров достигает 4% ,у овец – 8%, у коз – 20%, у свиней – 26% и у кур - 45 % суточного поступления [2,4].

Результатом хронического облучения может стать лучевая болезнь или опухоль кроветворной и костной ткани. Избыточное содержание его в организме приводит к заболеваниям суставов, повышенной ломкости и уродстве костей или к стронциевому рахиту, развивающемуся при недостатке кальция в пище. Вред радиации, образуемой изотопом стронция-90, проявляется в анемии, хронической усталости (в том числе и в виде синдрома хронической усталости), аутоиммунных процессах. Если радиоактивные соединения стронция попадают в организм с воздухом, патологические изменения возникают в легких: развивается фиброз, проявляются нарушения в режиме дыхания, возникает одышка, частый кашель, бронхиты, сердечная недостаточность. При действии инкорпорированного стронция-90 снижаются иммунобиологические и защитные свойства организма: тормозится выработка антител при вакцинации, угнетается фагоцитарная активность клеток крови и тканевых элементов. При стронциевой интоксикации нарушаются все виды обмена веществ. Отмечаются изменения функций желез внутренней секреции – гипофиза, надпочечников, щитовидной и половых. Очень часто поражаются глаза, возникают дистрофические изменения, возможна катаракта [4].

С целью противорадиационной защиты, резорбции и ускорения выведения в регионах радиоактивного загрязнения разработаны важные лечебные и профилактические мероприятия. Так у животных, получавших сорбенты стронция (сульфат бария, бентонит и на их основе модифицированные препараты), при аварии на ЧАЭС удавалось добиться 3–5 кратного снижения депонирования стронция-90 в костной ткани животных. При загрязнении кожных покровов необходима обработка 5 % раствором пентамина, 5 % раствором Na₂-ЭДТА, раствором лимонной или соляной кислоты, препаратом "Защита", пастой НЭДЭ, моющими порошками, мылом. При пероральном поступлении радиостронция применяют адсорбар или серноокислый барий, альгинат натрия, полисурьмин. Эффективны обильное промывание желудка, рвотные средства, мочегонные, клизмы. При поступлении радиостронция в органы дыхания необходимо обильное промывание носоглотки и полости рта, отхаркивающие и средства, что и пероральном поступлении. Наиболее высокими сорбционными свойствами отличается сорбент ДМТ (сорбционная активность более 99%). Высокие сорбционные характеристики также имеют: сорбэкс, энтеросорбент, альгисорб и кормовой бентонит, а низкие: фитосорбент, хитозан и хитин (сорбционная активность (17-25%). В условиях хронического поступления радиостронция для снижения его всасывания применяется альгисорб. Для профилактики целесообразно повышать резистентность организма [4].

Заключение. Радиоактивный стронций-90 относится к биологически значимым радионуклидам и характеризуется высокой токсичностью. Его доля в глобальном радиоактивном загрязнении внешней среды и облучении населения значительна. Облучение носит хронический комбинированный характер. Дозы облучения в подавляющем большинстве случаев можно отнести к категории малых с низкой мощностью дозы. Об опасности облучения в таких дозах существуют противоречивые суждения. МКРЗ, НКДАР при ООН, НКРЗ РФ счита-

ют, что облучение в любой дозе может в отдалённые сроки проявиться в форме стохастических эффектов - злокачественных новообразований и генетических нарушений. Однако имеются данные, что и для стохастических эффектов существует порог, что соответствует общебиологическим законам природы. В организме в процессе эволюции выработались и генетически закрепились системы защиты, обеспечивающие гомеостаз организма. Вредное действие различных агентов, в том числе ионизирующих излучений, начинает проявляться после превышения порога. Для детерминированных эффектов порог установлен. Установление величины порога для стохастических эффектов имеет важное практическое значение. Эта задача остаётся одной из наиболее актуальных проблем радиобиологии.

Литература.

1. *Агропромышленный комплекс [Электронный ресурс] // департамент по ликвидации последствий катастрофы на черновильской АЭС//Режим доступа: <https://chernobyl.mchs.gov.by/zashchitnye-meropriyatiya/v-selskom-khozyaystve/> – Дата доступа: 16.04.2021.* 2. *Василенко, И.Я.Стронций радиоактивный / И. Я. Василенко, О. И. Василенко // Энергия: экономика, техника, экология. – 2002. – № 4. – С. 26–32.* 3. *Распределение радионуклидов по основным компонентам озерных экосистем зоны отчуждения Чернобыльской АЭС / Д. И. Гудков [и др.]// Радиоэкология. Радиационная биология. – 2005. – Т. 45. – С. 271–280.* 4. *Радиация и сельскохозяйственные [Электронный ресурс] // Агропромышленный портал «АГРОХХ1» //Режим доступа: <https://chernobyl.mchs.gov.by/zashchitnye-meropriyatiya/v-selskom-khozyaystve/> – Дата доступа: 13.04.2021.*

УДК 614.876:636

ПАВЛОВА А.А., студент 3 курса факультета ветеринарной медицины

Научный руководитель – **Петроченко И.О.**, ассистент

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

РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА В МОГИЛЕВЕ И МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

Введение. В результате аварии на Чернобыльской около 70% радиоактивных осадков выпало на территорию Беларуси, в результате чего уровень загрязнения ее территории является самым высоким из всех пострадавших от этой трагедии стран. 20% всех лесов Беларуси до сих пор загрязнены, а 6 000 км² земель выведено из сельскохозяйственного использования в соответствии с законодательством. 9% всех бюджетных средств направляется на ликвидацию прямых последствий Чернобыльской катастрофы. 109 000 человек были отселены. Значительная доля ущерба приходится на Могилевскую область [1].

Материалы и методы исследований. Для выяснения современной радиэкологической обстановки в Могилеве и Могилевской области, существенно пострадавших в результате аварии на Чернобыльской АЭС, нами использовались доступные интернет-ресурсы.

Результаты исследований. В настоящее время радиэкологическая обстановка определяется действием долгоживущих изотопов. Среди них цезий-137, стронций-90, плутоний-238, 239, 240, 241, америций-241 и теллур-128. И эта ситуация в обозримом будущем не изменится. За 35 лет после аварии на Чернобыльской АЭС в результате естественных процессов радиоактивного распада радионуклидов и благодаря применению широкомасштабных мер радиационной защиты произошло значительное улучшение радиэкологической обстановки в Могилеве и Могилёвской области. Создана и эффективно функционирует система радиационного контроля. Система представлена радиологическими подразделениями различных организаций и предприятий районного и областного уровней. В областной санэпидслужбе задачи радиационного контроля и мониторинга выполняют 18 лабораторий районных, 2 зональных центров гигиены и эпидемиологии. Координирует данную работу подразделение радиационной гигиены областного центра гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья. Ежегодные объемы радиационного контроля, проводимые центрами гигиены и эпидемиологии, составляют более 10 тысяч измерений. Любой житель может предоставить в центры гигиены и эпидемиологии продукты питания и получить объективную информацию об уровнях их радиоактивного загрязнения [2].

По результатам радиационного контроля отмечена тенденция снижения радионуклидов в продуктах питания, что связано с проведением защитных мероприятий в сельскохозяйственном производстве, уменьшением коэффициентов перехода радионуклидов из почвы в растения, радиоактивным распадом части радионуклидов. Вся производимая предприятиями области пищевая продукция и реализуемая населению через торговую сеть не только соответствуют по содержанию радионуклидов гигиеническим нормативам, но и в десятки раз ниже их, что создаёт условия для сведения к минимуму доз внутреннего облучения населения. Организациями здравоохранения продолжает осуществляться контроль доз внутреннего облучения населения с использованием счётчиков излучения человека (СИЧ) [1].

По данным радиационного мониторинга в лесах отмечается снижение плотности загрязнения почвы цезием-137 и мощности дозы гамма-излучения (до 2% в год). Это обусловлено в основном радиоактивным распадом цезия-137, а также миграцией радионуклидов цезия-137 вглубь почвы. В тоже время, коэффициенты перехода радионуклидов в пищевую продукцию леса остаются высокими, в 2019 году не соответствовало допустимым уровням по содержанию радионуклидов цезия-137 15,5% проб грибов, 10% лесных ягод, 14,8% проб дичи. Периодически регистрируются случаи превышений содержания радионуклидов в рыбе из местных водоёмов, доставленных населением для исследований в центры гигиены и эпидемиологии. Практически

вся пищевая продукция леса (грибы, ягоды, дичь) не отвечает нормам в лесных массивах, прилегающих к зонам отселения. В ближайшие годы не предвидится существенного снижения радионуклидов в лесных грибах, ягодах, дичи. Поэтому главным требованием при заготовке пищевой продукции леса населением, организациями (предпринимателями) остаётся радиационный контроль. Информацию об уровнях радиоактивного загрязнения даров леса в конкретных лесных массивах можно получить в лесхозах [3].

Скорость миграции радионуклидов в почве очень медленная и, поэтому по прогнозу не предвидится ухудшение качества питьевой воды по радиологическим показателям. Вред для здоровья человека от ионизирующего излучения определяется дозой облучения в миллизивертах. Анализ годовой коллективной дозы облучения населения области показывает, что в структуре облучения независимо от наличия послеаварийного чернобыльского загрязнения ведущее место занимают природные (82%) и медицинские (17,5%) источники ионизирующего излучения. В природном облучении большая часть приходится на радон и его продукты распада. В социально-экономическом развитии пострадавших регионов реализуются мероприятия, способствующие снижению дозы облучения населения, путем благоустройства населенных пунктов, их газификации, строительства и реконструкции дорог, водопроводных сетей, сооружений водоподготовки и водоотведения [2].

Кроме того, законодательством предусмотрено проведение мероприятий по ограничению облучения населения от других источников ионизирующего излучения. Проведение обследований, эксплуатируемых и вновь построенных жилых зданий, земельных участков под застройку позволяет выявить повышенные концентрации радона в помещениях и на поверхности земли с реализацией защитных мер. Наиболее эффективными мероприятиями по ограничению медицинского облучения будет замена длительно эксплуатирующихся рентгеновских аппаратов на современные низкодозовые цифровые рентгеновские аппараты [4].

Заключение. Спустя 35 лет после аварии важнейшие проблемы радиационной защиты населения минимизированы, но ещё много задач социально-экономического развития территорий, загрязнённых вследствие аварии на ЧАЭС требуют своего дальнейшего решения. На контроле остается Государственная программа по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2021–2025 годы. Целями Госпрограммы являются: социальная защита населения, пострадавшего от катастрофы на Чернобыльской АЭС, безусловное обеспечение требований радиационной безопасности, ускоренное социально-экономическое развитие и возрождение загрязнённых радионуклидами территорий.

Литература.

1. *Боль земли Могилевской... [Электронный ресурс] / Могилевская областная библиотека им. В.И. Ленина. – Режим доступа : http://library.mogilev.by/chernobyl/mogilev_region.html. – Дата доступа : 16.04.2021.*

2. Радиационно-экологические последствия аварии на ЧАЭС для Полесского региона (подходы к инвестиционной политике в реабилитационный период) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.belisa.org.by/ru/print/?brief=f0a93e325a9f6faf>. – Дата доступа : 16.04.2021. 3. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Национальный центр правовой информации Республики Беларусь. – Режим доступа : <https://pravo.by/novosti/novosti-pravo-by/2021/mart/61267>. – Дата доступа : 04.04.2021. 4. Костюковичский районный исполнительный комитет [Электронный ресурс] : официальный сайт. – Режим доступа : <https://kostukovich.gov.by>. – Дата доступа : 16.04.2021.

УДК 631.145: 614.876

ПЕТРУШКЕВИЧ Н.А., студент 2 курса факультета ветеринарной медицины
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

МЕХАНИЗМЫ ДЕЙСТВИЯ РАДИАЦИИ И АДАПТАЦИИ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОЙ РАДИАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ

Введение. Жизнь всех организмов на Земле проходит при наличии естественного радиационного фона. Естественный фон обуславливают три природных фактора: излучение Солнца, космические излучения, остаточное ионизирующее излучение подвергшихся радиоактивному распаду веществ в земной коре.

Так как большинство ядер природных радиоактивных веществ за миллионы лет подверглись распаду и стали устойчивыми, повышение радиоактивного фона происходит при нахождении вблизи залежей радиоактивных руд или имеет техногенную причину.

До аварии на Чернобыльской АЭС естественный фон в Республике Беларусь колебался от 2 до 12 микрорентген в час (мкР/час) или 0,02-0,12 микрозиверт/час (мкЗв/час). Такая разница обусловлена присутствием в некоторых районах Беларуси глинистых осадочных пород, обогащенных ураном. Нормой считается значение, не превышающее 0,20 мкЗв/час.

В настоящее время пока рано говорить о том, что в результате снижения радиационного фона на загрязненных территориях, сельскохозяйственная деятельность там возвращается в норму. И вот почему.

С точки зрения ветеринарии мы должны рассматривать процесс не только воздействия фонового излучения на животных, но и вопросы, связанные с их кормлением. То есть с производством кормов и, следовательно, содержанием в почве и грунтовых водах таких элементов, как цезий и стронций и трансураниевые элементы.

По данным мониторинга за первые 10 лет после аварии площадь загрязненных земель уменьшилась на 470 тысяч гектаров, за последующие 10 лет – ещё на 175 тысяч гектаров. Однако ещё более 1 млн. гектар загрязнены стронцием-90 и цезием-137. Поэтому, говорить о существенном сокращении загрязненных территорий Беларуси по оценкам экспертов можно будет только к 2056 году.

Материалы и методы исследований. Степень воздействия радиации на живые ткани зависит от нескольких факторов – вида излучения (альфа, бета, гамма), его силы и времени воздействия, степени накопления радиоактивных элементов в организме и скорости их выведения из организма.

Ионизирующее излучение воздействует на ДНК прямым и косвенным образом. Прямое воздействие испускаемыми частицами менее вероятно. Однако частицы ионизируют молекулы воды в организме, приводя к образованию свободных радикалов, которые разрушают ДНК.

При повреждении клетки, когда она не способна выполнять свои функции, происходит её замена. Это возможно благодаря процессу деления клеток. При этом деление спирали ДНК обеспечивает дублирование генетической информации. Все клетки наиболее чувствительны к радиации во время деления, так как повышается вероятность повреждения обеих цепочек спирали ДНК и, следовательно, повышается вероятность ошибок при восстановлении клетки. Поэтому наиболее уязвимы при радиоактивном облучении лимфоидные и кроветворные органы, молодые растущие организмы, зародыш и плод в период внутриутробного развития.

При длительном времени воздействия радиации на популяционном уровне становятся возможными мутации организмов и изменение генетических характеристик.

Результаты исследований. Возможности различных организмов переносить радиационное облучение сильно отличаются. Определяется это размерами интерфазных хромосом. Но даже в одной популяции организмы имеют различную радиочувствительность из-за генетических особенностей (половой, возрастной, тканевой).

При повышенной радиации сразу погибают наиболее чувствительные организмы. По прошествии времени на молекулярно-клеточном уровне возникают последствия хронического облучения.

У популяций, длительное время живущих в условиях хронического облучения происходит формирование повышенной радиорезистентности – радиоадаптация. Она формируется при изменении экспрессии генов, уровня метилирования генома, изменение факторов транскрипции и окислительно-восстановительного баланса. При этом генетическое разнообразие в популяции поначалу резко снижается.

При длительном воздействии повышенной радиации в послеаварийный период генетическое разнообразие в популяции увеличивается за счет мутационных вариантов и увеличения доли мобильных генетических элементов. Далее воздействие естественного отбора убирает из популяции часть слабых и нежиз-

неспособных организмов и уровень мутационной нагрузки в популяции снижается. При этом повышается радиорезистентность оставшихся организмов и популяция переходит на новый уровень функционирования в условиях повышенной радиации.

Таким образом, радиоадаптация – это эволюционный процесс, возникающий на уровне популяции. Следует отметить, что процессы радиоадаптации сильно отличаются у растений, насекомых, птиц и млекопитающих.

Заключение. Прогноз последствий для живых организмов, обитающих в условиях повышенной радиации. При составлении прогнозов последствия радиоактивного загрязнения для живых организмов надо учитывать, что кроме стронция и цезия, присутствуют трансурановые элементы – изотопы плутония, урана и продукты их распада. Сейчас один из основных загрязняющих радионуклидов – америций-241, образующийся при распаде плутония. За годы после аварии его содержание выросло в 20 раз. Причем америций намного более токсичен, чем стронций или цезий. По оценкам специалистов, содержание его после 2050 года будет расти значительно. Период полураспада этого элемента составляет 400 лет.

В настоящее время существует мнение, что последствия радиационного воздействия на диких животных на загрязненных территориях оказались не столь сильными. Однако следует учитывать, что на этих территориях действует другой благоприятного фактора, даже сумма факторов, – снижение антропогенной нагрузки. При сокращении хозяйственной деятельности человека значительно снизилось влияние электромагнитных излучений, шума, распашки земель и других последствия деятельности человека в местах обитания диких животных.

Поэтому, даже при существовании в условиях повышенного радиационного фона, во многих районах происходит реконструкция экосистем. Даже в «Рыжем лесу», подвергшемся наиболее сильному облучению восстанавливаются популяции рысей, диких кабанов, диких лошадей. В самом «Рыжем лесу» деревья восстановили свой естественный цвет хвои.

Однако, отмечаются отклонения – уменьшения количества потомства, уменьшения срока жизни птиц и животных, альбинизм у птиц. Это говорит о идущих процессах радиоадаптации у растений и животных. Природа в Чернобыле восстанавливается.

Литература.

1. Белоус, Д. А. *Радиация, биосфера, технология.* – СПб.: Изд-во ДЕАН, 2004. – 448с.
2. Старков, В. Д., Мигунов, В. И. *Радиационная экология.* Тюмень : ФГУ ИПП «Тюмень», 2003. –304 с.
3. *Temporal variability of the quality of taraxacum officinale seed progeny from the east-ural radioactive trace: is there an interaction between low level radiation and weather conditions?» // International journal of radiation biology volume 93, 2017 - issue 3.*
4. *«The toxicity of engineered nanoparticles on seed plants chronically exposed to low-level environmental radiation» // Russian journal of ecology, 2015».*
5. *15 лет после чернойбыльской катастрофы :*

последствия в Республике Беларусь и их преодоление. Национальный доклад. – Мн.: – 2001. 6. Лукашов, К. И., Комракова, С. Г. Ландшафтно-геохимические исследования в Белорусской ССР в связи с эндемическим зобом // Известия ВГО. – 1986. – Вып. 1. – С. 75–83. 7. Чернобыль. Погляд праз дзесяцігоддзе : Даведнік. Мн.: БелЭн, 2010. – 318 с. 8. Елиашевич, Н. В., Мацко, Ц. П. Верховые болота как радионуклидные миграционные аномалии. – Прыроднае асяроддзе Палесся : сучасны стан і яго змены. – Брэст, 2015. – С. 326–328. 9. Ливенский, В. М., Судас, А. С. Программно-целевое управление природно-антропогенными системами загрязненных радионуклидами территорий. – Брест, 2017. – С. 466–468.

УДК 94(47).084.8

РАДКОВЕЦ И.И., студент 5 курса факультета ветеринарной медицины
Научный руководитель – **Толкач А.Н.**, старший преподаватель
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной
медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В РАДИОЛОГИИ. КИНЕТИКА ЯДЕРНОЙ РЕАКЦИИ

Введение. Задача изучения реальных объектов или процессов состоит в выявлении их свойств с целью прогнозирования поведения и управления ими для достижения практически важных условий их поведения. Решение этой задачи существенно упрощается, если вместо самих объектов или процессов изучать их модели.

Математические модели, вследствие их относительной простоты, прежде всего, помогают понять процесс, дают возможность устанавливать качественные и количественные характеристики состояния процесса и на основе этих характеристик предсказать дальнейшее его развитие, т.е. поведение интересующих, «ведущих» в данном процессе без проведения натуральных экспериментальных исследований, в сложных случаях слишком дорогостоящих, а иногда и просто невозможных на данном уровне развития техники. В последних случаях оказывается весьма перспективным проведение вычислительного эксперимента над математической моделью. Он состоит в том, что по одним параметрам модели вычисляются другие ее параметры и на этой основе делаются выводы о свойствах исследуемого явления [5].

Материал и методы исследования. Материалом исследования послужили научные работы зарубежных и отечественных специалистов, связанные с моделированием процессов в ядерной физике. Применяли следующие методы: анализ, сравнение, обобщение и интерпретация представленных результатов.

Результаты исследований. Основная характеристика энергетического ядерного реактора — его выходная мощность. Мощность в 1 МВт соответствует цепной реакции, при которой происходит $3 \cdot 10^{16}$ делений в 1 сек. Активная

зона ядерного реактора — пространство, в котором происходит контролируемая цепная реакция деления ядер тяжёлых изотопов урана или плутония. В ходе цепной реакции выделяется энергия в виде нейтронного и γ -излучения, β -распада, кинетической энергии осколков деления [1].

Поскольку каждая новая цепь начинается одной частицей, то размножение цепей есть размножение частиц. Величина коэффициента размножения показывает - увеличивается, убывает или остается неизменным полное число нейтронов в реагирующем объёме по прошествии среднего времени цикла обращения нейтрона. Каждый нейтрон, участвующий в цепном процессе, претерпевает цикл обращения: рождается в реакции деления, некоторое время существует в свободном состоянии, затем либо теряется, либо порождает новый акт деления и даёт нейтроны следующего поколения. Сменяющиеся поколения нейтронов разделены актами деления.

Критическое состояние характеризуется условием $k=1$. При $k<1$ состояние вещества называется подкритическим и цепная реакция быстро затухает, если в начальный момент в среде существовало какое-то число нейтронов. Если в начальный момент нейтронов не было, то цепная реакция вообще невозможна. В надкритическом состоянии $k>1$ и цепная реакция лавинообразно нарастает до тех пор, пока в силу каких-либо причин не станет $k<1$. Поскольку тяжёлые ядра могут делиться самопроизвольно, то какое-то малое число нейтронов всегда присутствует в активной зоне реактора, включающей тяжёлые нуклиды, а значит, всегда находится первый нейтрон, начинающий цепной процесс. Достижение критического состояния представляет наибольший интерес с точки зрения получения контролируемого источника энергии.

Изменение числа нейтронов в некритическом реакторе определяется отклонением k от единицы и временем нейтронного цикла τ . Если в некоторый момент времени в реакторе имеется n нейтронов, то по определению коэффициента размножения, их число, по прошествии одного цикла, обращения станет равным $k \cdot n$, а приращение за время цикла, составит:

$$(kn - n) = n(k - 1)$$

Следовательно, изменение числа нейтронов в единицу времени равно:

$$\frac{dn}{dt} = \frac{n(k - 1)}{\tau}$$

Решение этого уравнения даёт зависимость числа нейтронов от времени в виде:

$$n(t) = n_0 \cdot e^{\frac{k-1}{\tau} t},$$

где n_0 — число нейтронов в момент $t = 0$. Наибольшее время цикла характерно для реакторов на тепловых нейтронах, где оно достигает $\tau = 10^{-3}$ сек. Если предположить, что $k = 1.01$, то через каждую секунду число нейтронов возрастает в $\frac{n(1)}{n_0} = e^{\frac{0,01}{0,001}} = e^{10} \approx 20000$ раз, и в такое же число раз возрастает число делений, т. е. энерговыделение в реакторе. Следовательно, в контролируемой установке превышение k над единицей всего на 0.01 уже недопустимо. Правда, приведённая оценка не учитывает запаздывающих нейтронов и поэтому является завышенной.

В средах из чистых делящихся материалов времена нейтронных циклов имеют порядок 10^{-8} сек. При $k = 1,1$ один начальный нейтрон через 6 мкс порождает 10^{26} нейтронов, или одно деление — 10^{26} делений, что эквивалентно делению около 40 кг урана [2; 3; 4].

Заключение. Приведенные в рассмотренной математической модели оценки показывают, что скорость нарастания цепной реакции деления может быть необычайно высока, что требует наличия в энергетическом ядерном реакторе эффективной системы регулирования его реактивности.

Литература.

1. *Основы теории и методы расчета ядерных реакторов: Учеб. пособие для вузов / Г.Г.Бартоломей, Г.А. Бать, В.Д. Байбаков, М.С. Алтухов.- 2-е изд., перераб. и доп.- М. : Энергоатомиздат, 1989.-512с.: ил.* 2. Кошелев Ф.П. *Нейтронно-физический и теплогидравлический расчет реактора на тепловых нейтронах : учебное пособие / Ф. П. Кошелев, И. В. Шаманин ; Под ред. В. И. Бойко. — Томск: Издво ТПУ, 1996. — 80 с.* 3. Алтухов Д. Е. *Расчет нестационарных и переходных нейтроннофизических процессов в реакторе на тепловых нейтронах: учебное пособие / Д. Е. Алтухов, Ф. П. Кошелев, И. В. Шаманин ; Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во ТПУ, 1998. — 126 с.* 4. Климов А. Н. *Ядерная физика и ядерные реакторы: учебник / А. Н. Климов. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 2002. — 464 с.* 5. Потабенко Н. А. *Численные методы. Решение задач линейной алгебры и уравнения в частных производных: Тексты лекций / Н. А. Потабенко. — М.: Изд-во МАИ, 1997. — 88 с.*

УДК 615.8

РУБЦОВА А.В., 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

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ВЕТЕРИНАРНОЙ РЕНТГЕНОЛОГИИ

Введение. Древняя латинская поговорка гласит: «Достоверный диагноз – основа любого лечения». На протяжении многих веков усилия ученых и врачей были направлены на решение труднейшей задачи – улучшение распознавания заболеваний [5]. Потребность в методе, который позволил бы заглянуть внутрь тела, не повреждая его, была огромной, хотя и не всегда осознанной. И вряд ли кто-нибудь из ученых прошлого мог предположить, что эта мечта вполне осуществима [5]. История начинается в 1895 г., когда Вильгельм Конрад Рентген впервые зарегистрировал затемнение фотопластинки под действием рентгеновского излучения. Им же было обнаружено, что при прохождении рентгеновских лучей через ткани кисти на фотопластинке формируется изображение костного скелета. Это открытие стало первым в мире методом медицинской визуализации.

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

Результаты исследований. В начале января 1896 г. брошюра Рентгена была опубликована. В течение нескольких недель она была переведена на русский язык, и уже в конце января А. С. Попов изготовил первый в России рентгеновский аппарат, с помощью которого русские учёные повторили эксперимент Рентгена, сделав в России первую рентгенограмму. Фотография полученного снимка была размещена в русском переводе брошюры Рентгена, опубликованном в этом же месяце в Петербурге под названием «Новый род лучей».

5 января 1896 года П.Н. Лебедев делает доклад о рентгеновских лучах на Собрании Общества любителей естествознания в Москве, о чем Лебедев письменно информирует Рентгена.

6 января Г. Б. Раутенфельд-Линденру и физик Г. Э. Пфлаум в Рижской городской гимназии сделали снимки верхней челюсти рыбы-пилы. Это были первые в России рентгенограммы [1].

Меньше чем через месяц после публикации Рентгена 20 января 1896 г. врачи города Дартмунд (США) с помощью «его» лучей увидели перелом руки. Три месяца спустя после открытия Рентгена итальянский физик Энрико Сальвиони создал первый рентгеноскопический аппарат.

Вслед за первыми демонстрационными опытами началось применение рентгеновских лучей в практической медицине. Уже с марта 1896 года 60- лет-

ний профессор Н. В. Склифосовский, директор Клинического института в Петербурге стал пользоваться рентгенографией для диагностики переломов костей. В 1918 г. в Петербурге открыли первый в мире рентгенологический, радиологический и раковый институт [1].

Годом рождения ветеринарной рентгенологии в России можно считать 1896 г., когда С. С. Лисовский впервые применил рентгеновские лучи для просвечивания собаки. Более обстоятельные исследования провел в 1899 г. профессор Харьковского ветеринарного института М. А. Мальцев. Помимо просвечивания им были сделаны снимки головы, шеи и конечностей собаки, плюсны и пута лошади, пясти коровы. Спустя три года в лаборатории Харьковского ветеринарного института была собрана рентгеновская установка, с помощью которой диагностировали переломы костей и вывихи, определяли инородные тела [3].

Систематические исследования в области ветеринарной рентгенологии относятся к 1923 г., когда в ветеринарных институтах Казани и Ленинграда были созданы рентгенологические кабинеты для исследования мелких животных. На первых этапах для этих целей использовались медицинские рентгеновские аппараты. Первые рентгеновские аппараты для ветеринарных целей появились только в 1931 г.

Важный вклад в становление ветеринарной рентгенологии внес Алексей Иванович Вишняков. В 1931 г. им была издана первая книга по ветеринарной рентгенодиагностике: «Основы ветеринарной рентгенологии». В это же время из Ленинградского ветеринарного института выходят научные работы: «Рентгенометрический метод определения дислокаций копытной кости», «Метод дозированной пневматизации желудка свиней и собак для исследования печени», «Рентгенодиагностика болезней холки лошадей» и многие другие. С 1931 г. в Ленинградском ветеринарном институте функционировала кафедра физики с основами рентгенологии и физиотерапии [4].

В 1960—1990-е гг. накапливался и публиковался материал по разным аспектам ветеринарной рентгенологии. В этот период в ветеринарную практику активно внедряется флюорографический метод исследования. Работы И. Л. Рудакова, В. П. Иванова, Н. Н. Шарапова и других специалистов, посвященные изучению методических вопросов флюорографического исследования животных, позволили с новых позиций подойти к диагностике болезней органов дыхания крупных и мелких животных.

Заключение. За более чем вековую историю рентгенодиагностика не только развивалась сама, но и породила такие методики, как маммография, рентгеновская компьютерная томография (КТ), рентгеновская остеоденситометрия и позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ).

Литература.

1. Власов, П., *Беседы о рентгеновских лучах: моногр.* / П. Власов. – М.: Молодая Гвардия, 1977. – 224 с. 2. Блинов, Н.Н. *Технические средства рентгенодиагностики.* – М., 1981. – 257 с. 3. Стекольников, А. А., *Рентгенодиагно-*

стика в ветеринарии. /А. А. Стекольников, С. П. Ковалев, М. А. Нарусбаева – СпецЛит.: 2016. – 379 с. 4. Линденбратен, Л. Д. Очерки истории Российской рентгенологии / Л. Д. Линденбратен. – М.: Видар, 1997. – 123 с. 5. Технические средства рентгенодиагностики /Н. Н. Блинов, П. В. Власов, А. М. Гуревич и др. – М.: Медицина, 1981. – 376 с.

УДК 574:614.73

РУДЕНКО О.И., студентка 3 курса ФВМ

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

РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА В ЛЕСНОМ КОМПЛЕКСЕ БЕЛАРУСИ

Введение. Радиоактивное загрязнение продукции лесного хозяйства и лесных экосистем при радиационных авариях является одним из дополнительных источников облучения населения. Особенно это характерно для Беларуси, лесистость которой составляет около 40 %, а продукция лесного хозяйства традиционно широко используется населением. Поэтому выполнение мер по ликвидации последствий радиационных аварий в лесном секторе экономики Беларуси занимает ведущее место в общей системе мероприятий по обеспечению радиационной безопасности населения страны в целом.

Материалы и методы исследования. Материалом для исследования послужили научные работы зарубежных и отечественных специалистов, связанные с изучением концепции, методики и ряда других нормативных документов по организации системы радиационно-экологического мониторинга лесов на загрязненных радионуклидами территориях. Основные методы: теоретический анализ научных источников по исследуемой проблеме, обобщение и интерпретация представленных результатов.

Результаты исследования. Проблема радиоактивного загрязнения лесных экосистем и использования лесных ресурсов не потеряла своей актуальности даже спустя 35 лет после аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 году. Катастрофа вызвала необходимость обеспечить комплекс мероприятий по радиационной безопасности, в том числе в лесном хозяйстве Республики Беларусь. В настоящее время территория лесного фонда, отнесенная к зонам радиоактивного загрязнения, составляет 1668,7 тыс. га, или 17,6% от общей площади лесного фонда. Основная доля загрязненных радионуклидами лесов находится в ведении Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь (83,4%) и Департамента по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС Министерства по чрезвычайным ситуациям (12,9%). По результатам радиационного исследования территории лесного фонда Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь установлено, что наибольшие площади радиоактивного за-

грязнения отмечены в лесхозах Гомельского и Могилевского ГПЛХО: 826,3 тыс. га (45,45%) и 411,9 тыс. га (33,96%) соответственно [1].

С момента аварии на Чернобыльской АЭС лесные экосистемы выполняют свои природные функции и являются естественным барьером на пути потоков радионуклидов и препятствуют их вторичному перераспределению. Леса проявили себя как аккумулятор радиоактивных выпадений, накопив большое количество радионуклидов. Из 88 лесхозов Беларуси радиоактивное загрязнение выявлено в 50 [1].

Поступление радионуклидов в почву происходит из лесной подстилки по мере ее минерализации. Она является биогеохимическим горизонтом, удерживающим радионуклиды [1].

Основной задачей ведения лесного хозяйства на загрязненных радионуклидами лесных территориях является получение максимально возможного объема нормативно чистой древесной продукции. В настоящее время основным регламентирующим документом по лесопользованию на загрязненных радионуклидами лесных территориях являются «Правила ведения лесного хозяйства в зонах радиоактивного загрязнения», в которых заложен ограничительный параметр лесопользования, зависящий от величины плотности загрязнения почвы радионуклидами [2].

В экономике Республики Беларусь ежегодно происходит рост объема использования древесных ресурсов, следовательно экономическая ситуация требует проведения рубок леса и в регионах с повышенным радиационным фоном.

Защитные мероприятия по обеспечению радиационной безопасности работающих включают шесть групп.

1. Организационно-технические мероприятия. Это организация системы радиационного контроля земель лесного фонда, мониторинг радиационной обстановки в лесном фонде, контроль содержания радионуклидов в лесных ресурсах. Радиационное обследование земель лесного фонда осуществляется в соответствии с ТКП 240-2010 при плотности загрязнения почв цезием-137 более 37 кБк/м² [6]. Объектами радиационного мониторинга являются лесная подстилка, почва, растения и их части, грибы, ягоды. Организация и проведение радиационного мониторинга возлагается на специалистов службы радиационного контроля, прошедших специальную подготовку в области радиационной безопасности [5]. Дозиметрический и радиометрический контроль осуществляется аккредитованной лабораторией при поступлении древесного сырья на склад. Складирование больших объемов древесины, содержащей радионуклиды даже в пределах допустимых норм, приводит к локальному повышению радиационного фона, норма которого находится в пределах 0,1–0,2 мкЗв/ч [7].

Для радиационного контроля сырья и готовой продукции используются дозиметры МКС-АТ6130, МКС-АТ1117М, гамма-радиометры РУГ-91М, РКГ-АТ1320А и спектрометры.

2. Технологические защитные мероприятия. Они включают разные технологии, соблюдение сезонности при производстве лесохозяйственных работ, их механизацию, охрану лесов от пожаров. Это требует дополнительных фи-

нансовых затрат потому что работники, выполняющие работы в зонах радиоактивного загрязнения, должны пройти обучение по правилам радиационной безопасности, использования средств индивидуальной защиты и личной гигиены [1].

3. Ограничительные мероприятия. Они включают нормирование содержания радионуклидов в лесных ресурсах, ограничение доступа населения в загрязненные леса, ограничение времени работы в зонах с повышенным радиационным фоном для снижения дозовых нагрузок. Нормирование содержания радионуклидов в лесных ресурсах осуществляется в соответствии с РДУ/ЛХ-2000 и РДУ-99 [1].

Радиоактивное загрязнение создало ряд ограничений на использование древесных ресурсов. Большие их объемы не могут использоваться на топливо из-за опасности загрязнения окружающей среды высокоактивными зольными отходами.

Нормирование содержания радионуклидов в древесном сырье и пищевой продукции леса дает эффект снижения доз облучения, не требует дополнительных затрат, но ограничительные мероприятия приводят к экономическим потерям за счет сокращения объемов использования лесных ресурсов [1].

4. Информационные мероприятия включают научные исследования, подготовку и повышение квалификации специалистов лесного хозяйства, постоянное информирование населения через СМИ о радиационной обстановке в лесном фонде и возможности использования лесной продукции.

5. Социально-экономические мероприятия включают охрану труда, производственную санитария, улучшение качества жизни и медико-санитарное обслуживание работников.

6. Предупредительные защитные мероприятия включают зонирование территорий вокруг АЭС и других радиационно опасных объектов.

Заключение. В результате загрязнения радионуклидами лесного фонда Республики Беларусь возникает необходимость проведения комплекса защитных мероприятий, в том числе при заготовке и переработке древесины.

Использование радиоактивно загрязненной древесины экономически целесообразно при условии, что при этом будет обеспечиваться получение конкурентной продукции, соответствующей требованиям потребителя и радиационной безопасности.

Литература.

1. Перволюцкий, А. Н. Распределение ^{137}Cs и ^{90}Sr в лесных биогеоценозах / А. Н. Перволюцкий. – Гомель : Ин-т радиологии, 2006. 255 с. 2. Глазко, В. И. Эффект Чернобыля – популяционно-генетические последствия / В. И. Глазко, Т. Т. Глазко // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2005. – № 5. – С. 39–43. 3. Радиационный контроль. Обследование земель лесного фонда. Порядок проведения : ТКП 240-2010. – Введ. 01.06.2010. – Минск, 2010. – 24 с. 4. Радиационный контроль. Отбор и подготовка проб лесной продукции. Порядок проведения : ТКП 251-2010. – Введ. 28.06.2010. – Минск, 2010.

– 24 с. 5. Радиационный мониторинг лесного фонда. Обследование постоянного пункта наблюдения. Порядок проведения : ТКП 499-2013. – Введ. 03.10.2013. – Минск, 2013. – 28 с. 6. Радиационный мониторинг лесного фонда. Закладка постоянного пункта наблюдения. Порядок проведения : ТКП 498-2013. – Введ. 03.10.2013. – Минск, 2013. – 28 с. 7. Перетрухин, В. В. Дозиметрическое и радиометрическое обеспечение радиационной безопасности на ОАО «Ивацевичдрев» / В. В. Перетрухин, Г. А. Чернушевич // Труды БГТУ. – 2014. – № 2: Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – С. 135–139.

УДК 614.876(476)

САВЕНКО Н.А., НЕДВЕДЬ Е.А., студенты 3 курса факультета ветеринарной медицины)

Научный руководитель – **Петроченко И.О.**, ассистент

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

СОВРЕМЕННАЯ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Введение. Наиболее серьезной экологической проблемой нашей страны остается радиоактивное загрязнение в результате Чернобыльской катастрофы. Пострадало около 23 % территории Республики Беларусь, на которой проживает 2,2 млн. человек, расположено свыше 3600 населенных пунктов, в том числе 27 городов. Острее всего эта проблема стоит в Гомельской и Могилевской областях, где радионуклидами загрязнено соответственно 68 и 35 % территории. В Брестской, Гродненской и Минской областях радиоактивное загрязнение занимает соответственно 13, 7 и 5 % их площади, в Витебской - менее 1 %.

Ликвидация последствий крупнейшей ядерной катастрофы мирного времени потребовала проведения в республике чрезвычайно капиталоемких мероприятий. Из наиболее загрязненных в чистые районы было переселено 135 тыс. человек; пришлось ликвидировать 415 населенных пунктов, 287 производственных объектов, 607 школ и детских садов, 95 больниц и других медицинских учреждений, множество предприятий общественного питания, торговли, бытового обслуживания. Из сельскохозяйственного оборота была выведена часть радиоактивно загрязненных территорий, так называемая зона отчуждения [1,3].

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

Результаты исследований. К территории радиоактивного загрязнения относятся часть территории Республики Беларусь с плотностью загрязнения почв радионуклидами цезия-137 и стронция-90 более 37 кБк/м² и 5,55 кБк/м² соответственно, а также иные территории, на которых средняя годовая эффек-

тивная доза облучения населения может превысить (над уровнем естественного и техногенного фона) 1 мЗв.

Для изучения радиоэкологической обстановки регулярно осуществляется радиационный контроль и мониторинг. Радиационный мониторинг проводится с целью наблюдения за естественным радиационным фоном; радиационным фоном в районах воздействия потенциальных источников радиоактивного загрязнения, в том числе для оценки трансграничного переноса радиоактивных веществ, радиоактивным загрязнением атмосферного воздуха, почвы, поверхностных вод на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС. На интернет-сайте Республиканского центра по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды, приводятся результаты измерения мощности дозы гамма-излучения в сети радиационного мониторинга Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. По состоянию на 25 марта 2021 года уровни мощности дозы гамма-излучения в Минске, Бресте, Гродно и Витебске составляют 0,10 мкЗв/ч, в Могилёве - 0,11 мкЗв/ч, в Гомеле - 0,12 мкЗв/ч, что соответствует установившимся многолетним значениям. Более высокие уровни сохраняются в пунктах постоянного контроля, расположенных в зонах повышенного радиоактивного загрязнения: Брагин - 0,48 мкЗв/ч, Славгород - 0,19 мкЗв/ч. Анализ результатов мониторинга показывает, что уровни, превышающие доаварийные значения, зарегистрированы в следующих городах, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения: Брагин, Наровля, Славгород, Хойники, Чечерск. На остальной территории уровень гамма-фона находится в пределах от 0.10 до 0.12 мкЗв/ч [1,2,3].

Учеными и специалистами Беларуси досконально изучена радиационная обстановка, выяснены особенности поведения радионуклидов в почве, воде, воздухе, растительном и животном мире, исследуется воздействие радиации на здоровье людей. Подсчитано, что социально-экономический ущерб от аварии за 30 лет (1986-2015 гг.) составил 235 млрд дол. США. Для нормализации радиоэкологических проблем в республике разработаны Государственные программы по ликвидации и минимизации последствий катастрофы на ЧАЭС, ряд законов и постановлений правительства. Их реализация способствовала некоторому смягчению общей ситуации, в частности, нормализации радиационного фона атмосферного воздуха в большинстве населенных пунктов республики [2,3].

Однако в последние годы наметился и ряд осложняющих факторов. Наряду с сохранением во всех экосистемах довольно высокого уровня долгоживущих радиоизотопов цезия-137, стронция-90, трансурановых элементов начался распад плутония-241 с образованием америция-241, что увеличивает опасность перехода радионуклидов в пищевые цепочки. Максимальное накопление этого элемента в почве ожидается, согласно расчетам специалистов, к 2050 г., и его активность почти в 2 раза будет превышать активность плутония-239 и 240. Таким образом, суммарная альфа-активность трансурановых элементов к 2050 г. может увеличиться в 2 раза [3].

Современная радиоэкологическая обстановка в Беларуси отрицательно сказывается прежде всего на состоянии здоровья населения, проживающего на загрязненных территориях, где не снижаются темпы прироста заболеваний эндокринной системы, системы кровообращения и появления новообразований. Регистрируемая заболеваемость населения, пострадавшего в результате катастрофы на ЧАЭС, почти по всем классам болезней выше, чем в целом по республике. На загрязненной радионуклидами территории проживает 530 тыс. детей и подростков. Заболеваемость раком щитовидной железы в республике в последние пять лет колеблется в пределах 2,1—3,2 человека на 100 тыс. детей, тогда как в странах Европы этот показатель не превышает 0,5 человека. В структуре детской заболеваемости растет удельный вес врожденных и наследственных патологий, которые связаны с наличием в окружающей среде дополнительных мутагенных факторов, обусловленных последствиями катастрофы на ЧАЭС. Начался рост патологий и на территориях с низким уровнем загрязнения [3].

В настоящее время завершается работа над подготовкой проекта, призванного оказать помощь населению на пострадавших территориях в улучшении условий жизни путем восстановления важнейших услуг по теплоснабжению и горячему водоснабжению, а также газификации жилых домов. Последняя мера приведет не только к улучшению бытовых условий, но и к использованию чистого топлива в домах, которые пока отапливаются дровами, что наносит вред здоровью людей и окружающей среде. Проект, основные мероприятия которого коррелируются с Государственными программами по преодолению долгосрочных последствий аварии на ЧАЭС, планируется поддерживать займом Всемирного банка в размере 50 млн. долларов США [3].

Заключение. На сегодняшний день Республика Беларусь стала ядерной державой, что является большим успехом для нашей страны. Однако, по нашему мнению, в этом факте существуют как положительные, так и отрицательные стороны. Положительные - это очередной шаг на пути укрепления промышленной мощи страны. БелАЭС не только усиливает энергетическую безопасность нашей страны, но и служит источником энергии «на вырост». Белорусская экономика будет развиваться, и вырабатываемая электроэнергия будет поставляться в Россию и ряд других стран. Но также существуют и огромные риски, ведь аварию на Чернобыльской АЭС никто не забыл. Кроме этого производство радиоактивных отходов, происходящее на всех этапах топливно-энергетического цикла требует дорогостоящих процедур переработки и захоронения, так называемый «человеческий фактор», который может вызвать сбой в работе системы и даже серьёзную аварию, утечки на предприятиях, перерабатывающих облученное топливо и дорогостоящее обслуживание самой АЭС.

Литература.

1. *Карты загрязнения Белоруссии: современное и прогнозное загрязнение территории цезием-137* [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://chornobyl.in.ua/karta-belorussii.html>. – Дата доступа : 16.04.2021. 2. Ра-

диацционная обстановка на территории Республики Беларусь. Карты территории радиоактивного загрязнения [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://chernobyl.mchs.gov.by/novosti/283884/>. – Дата доступа : 16.04.2021. 3. Радиоактивное загрязнение территории Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://vuzlit.ru/1273372/radioaktivnoe_zagryaznenie_territorii_belarusi. – Дата доступа : 16.04.2021.

УДК 615.849

СЕРВЕТНИК Е.А., студентка 3 курса биотехнологического факультета
Научный руководитель – **Братушкина Е.Л.**, кандидат ветеринарных наук,
доцент
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной
медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

РАДИОТЕРАПИЯ В СОВРЕМЕННОЙ МЕДИЦИНЕ

Введение. Радиотерапия – использование с лечебной целью излучений естественных и искусственных радиоактивных веществ. Сразу же после открытия радиоактивности было обнаружено ее биологическое действие, а в 1901 французские врачи Э. Бенье и А. Данло применили ее с лечебной целью. В результате дальнейших исследований было установлено, что наиболее чувствительными к излучению радия, также как к рентгеновским лучам, являются молодые, быстрорастущие и размножающиеся клетки. Это привело к мысли использовать радиоактивные излучения для разрушения злокачественных опухолей, состоящих именно из таких клеток [1].

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

Результаты исследований. Традиционно в радиотерапии выделяют три способа воздействия ионизирующего излучения на опухоль: дистанционное, контактное (брахитерапия), радионуклидное. Развитие способов воздействия ионизирующего излучения на опухоль привело к изобретению новых направлений в радиационной онкологии. Например, радиохирургии (Гамма-Нож, КиберНож), при которой высокая доза радиации однократно (либо за несколько сеансов) подается точно в границы новообразования и приводит к биологическому разрушению его клеток.

Наивысшего технического уровня, достигло лучевое лечение, при котором доза излучения доставляется бесконтактно, с небольшого расстояния. Дистанционная лучевая терапия проводится как с использованием ионизирующего излучения радиоактивных радиоизотопов, так и с применением более точных и безопасных ускорителей элементарных частиц (линейный ускоритель или синхротрон при протонной терапии). Современная медицина использует дистанционное излучение изотопов при радиохирургии на Гамма-Ноже.

Наибольшее распространение она получила в лечении опухолей головного мозга и позвоночника (в том числе доброкачественных), являясь бескровной альтернативой традиционному хирургическому лечению на ранних стадиях. Успешно применяется и для лечения четко локализованных опухолей (рак почки, рак печени, рак легкого, увеальная меланома) и ряда неонкологических заболеваний, таких как сосудистые патологии (каверномы), невралгии тройничного нерва, эпилепсии, болезни Паркинсона [2]. Инновационные технологии позволяют минимизировать повреждение здоровых тканей, сократить длительность лечения и значительно уменьшить время воздействия облучения при помощи линейного ускорителя. Он является радиотерапевтическим комплексом, который используется для проведения облучения злокачественных новообразований. Системы визуализации и синхронизации с дыханием пациента дают возможность точного дозирования радиации в центре злокачественной опухоли [3].

Радионуклидная лучевая терапия подразумевает собой введение микрочастиц радиоактивного вещества, накапливаемых тем или иным органом. Наибольшее развитие получила радиоiodтерапия при которой вводимый радиоактивный йод накапливается в тканях щитовидной железы, разрушая опухоль и ее метастазы высокой (абляционной) дозой. В ходе лечения радиоактивный йод вводится в организм в виде желатиновых капсул перорально, либо в виде водного раствора без органолептических свойств.

С момента изобретения радиотерапии основным аргументом противников этого метода лечения опухолей было воздействие радиации не только на объем опухолевого поражения, но и на здоровые ткани организма, которые окружают зону облучения или находятся на пути его прохождения при дистанционном лучевом лечении опухолей. Современные изобретения и направления в радиационной онкологии позволяют точно определить толерантные дозы ионизирующего излучения для различных типов здоровых тканей организма, создавать зону высокой дозы излучения, отвечающую форме опухоли, а также позволяют воссоздать трехмерные цифровые модели их расположения. Радиотерапия благодаря инновационным технологиям занимает в современной медицине основное место в лечении различных типов и видов злокачественных новообразований.

Литература.

1. *Википедия свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Радиотерапия> – Дата доступа: 11.04.2021;* 2. *Современная лучевая терапия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://radiosurgery ldc.ru/stati/sovremennaya-luchevaya-terapiya-informatsiya-dlya-patsienta> – Дата доступа: 11.04.2021;* 3. *Линейный ускоритель: лучевая терапия, лечение онкологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://medsouz.org/linejnyj-uskoritel> – Дата доступа: 11.04.2021;* 4. *Википедия свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Радиоiodтерапия> – Дата доступа: 11.04.2021.*

УДК 621.039:63

СИДОРОВА А.Д., ХИЛЕВИЧ В.А., студенты 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

РЕАБИЛИТАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ

Введение. За прошедшие после аварии на ЧАЭС более 30 лет, радиэкологическая ситуация на загрязнённых территориях значительно улучшилась. Позитивная динамика радиационной обстановки, прежде всего вследствие естественного распада радионуклидов, определяет необходимость совершенствования стратегии ведения сельскохозяйственного производства и защитных мероприятий, направленных на снижение у населения доз внутреннего облучения в условиях радиоактивного загрязнения земель.

Материалы и методы исследований. Проведено изучение состояния загрязнения земель в наиболее пострадавших регионах Республики Беларусь. Сделан анализ наиболее действенных подходов оценки состояния загрязнения радионуклидами территорий и их снижения. Одним из методов комплексной (интегральной) оценки состояния загрязнённых радионуклидами сельскохозяйственных земель является почвенно-радиэкологическое районирование – способ разделения территории радиоактивного загрязнения по характеру взаимодействия экологических факторов.

Результаты исследований. Радиэкологическое районирование земель предполагает выделение типологических единиц с различным характером и уровнем радиоактивного загрязнения сельскохозяйственных земель, а также степенью его влияния на хозяйственную деятельность и проживающее население. Из общепринятых в картографировании вариантов выбора таксономических единиц приоритет в работе отдан территориально-административному делению. К радиологическим показателям, определяющим степень радиоактивного загрязнения территории или степень радиэкологической нагрузки, относятся площади и процент земель в составе сельскохозяйственного землепользования, загрязнённых ^{137}Cs и ^{90}Sr . Более 50% загрязнённых ^{137}Cs сельскохозяйственных земель отмечается в 9 районах Гомельской области и 4 районах Могилёвской области. В 6 районах Гомельской области ^{90}Sr загрязнено от 26% до 50% земель. Больше загрязнённых ^{90}Sr земель в Брагинском, Ветковском, Наровлянском, Речицком и Хойникском районах. В настоящее время в связи с уменьшением содержания радионуклидов в почве, увеличивается возможность вовлечения в сельскохозяйственное производство все больше территорий, загрязнённых ранее с более высокой плотностью содержания в них активностей радионуклидов.

Исследованиями установлено, что 80 - 90% радионуклидов сосредоточено в активной зоне расположения основной массы корней сельскохозяйственных

культур. На необрабатываемых землях практически все радионуклиды находятся в верхней части (до 10-15 см) гумусовых горизонтов, а на пахотных почвах радионуклиды распределены сравнительно равномерно по всей глубине обрабатываемого слоя. Поведение стронция-90 и цезия-137 в системе «почва-растение» имеет ряд отличительных особенностей. Поступление стронция-90 из почв в растения практически в 10 раз выше, чем цезия-137 при одинаковой плотности загрязнения земель.

Преимущественно защитные мероприятия в сельскохозяйственном производстве включают известкование кислых почв и применение удобрений. Планирование работ по известкованию кислых почв, загрязненных радионуклидами, осуществляется в соответствии с результатами агрохимического и радиационного обследования сельскохозяйственных земель в зависимости от типов почв, реакции почвенной среды, плотности загрязнения земель. Для реабилитации земель, уменьшения перехода радионуклидов через корневую систему в растения и далее в продукцию, включая животноводческую, все большее значение приобретает внесение калийных, фосфорных удобрений, их комплексов. Следует учитывать, что структура почвенного покрова, генетические свойства и плодородие почв, наряду с характером и степенью их радиоактивного загрязнения, играют важнейшую роль, связанную с поведением радионуклидов в агроэкосистемах, а также параметрами поступления их по пищевым цепочкам.

Заключение. Таким образом, существенное улучшение экологической ситуации на загрязненных радионуклидами землях, рациональное использование удобрений на них способствует получению чистой продукции растениеводства и животноводства и тем самым значительному снижению дозовой нагрузки на население.

Литература.

1. Бадьина В.М., *Сельскохозяйственная экология. Курс лекций.* – Мн.: БГЭУ, 2000. – 163 с. 2. Цыбулько Н.Н. *Комплексная оценка и почвенно-радиоэкологическое районирование территории радиоактивного загрязнения Беларуси // Земля Беларуси. 2018. № 4. С. 32-35.*

УДК 94(47).084.8

СТЕМПКОВСКАЯ А.А., 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

ОБЗОР РАДИАЦИОННЫХ АВАРИЙ

Введение. Радиационная авария — потеря управления источником ионизирующего излучения, вызванная неисправностью оборудования, неправиль-

ными действиями персонала, стихийными бедствиями или иными причинами, которые могли привести или привели к облучению людей выше установленных норм или к радиоактивному загрязнению окружающей среды [1].

Основные причины радиационных аварий в большинстве случаев связаны с человеческим фактором – ошибки рабочих, пренебрежение инструкциями или отказ от работы оборудования. Нередко авария может случиться из-за природных происшествий – землетрясение, торнадо, цунами.

Вне зависимости от причин, авария сопровождается поражающими факторами: ионизирующим излучением и радиоактивным загрязнением местности.

Материалы и методы исследования. В данной работе проведен обзор о последствиях самых масштабных аварий в мире, отнесенных к 6-му и 7-му уровням последствий по классификации INES в атомной энергетике [1]. Методологию исследования составили эмпирические и теоретические общенаучные методы: контент-анализ, изучение, обобщение, синтез, сравнение.

Результаты исследований. 10 октября 1957 года, в Уиндскейле, Англия, на реакторе по производству плутония произошел пожар, который привел к радиоактивному выбросу, оцениваемому в 750 ТБк (20 000 Кюри). Авария произошла при выполнении программы планового отжига графитовой кладки. Во время нормальной эксплуатации реактора нейтроны, бомбардирующие графит, приводят к изменению его кристаллической структуры. Это вызывает аккумуляцию энергии в графите. Процесс контролируемого отжига использовался для восстановления структуры графита и высвобождения этой энергии. Для его инициации выключали газодувки охлаждающего контура, в результате чего реактор разогревался до температуры, при которой начинала выделяться аккумулярованная в графите энергия. Из-за конструктивных особенностей Уиндскейльского реактора при этом остаются зоны неотожженного графита, поэтому разогрев нужно производить повторно. Из-за отсутствия контрольно-измерительных приборов и ошибок персонала процесс вышел из-под контроля. В результате слишком большого энерговыделения металлическое урановое топливо в одном из топливных каналов вступило в реакцию с воздухом и загорелось. В ночь с 10 на 11 октября предпринимались безуспешные попытки охладить активную зону с помощью углекислого газа. 11 октября в 8:55 реактор затопили водой, осознавая при этом риск возможного взрыва. В результате 12 октября в 3:20 реактор был переведен в холодное состояние [3].

29 сентября 1957 года на химкомбинате «Маяк», из-за выхода из строя системы охлаждения произошел взрыв емкости, где хранилось около 80 м³ высокорadioактивных ядерных отходов. При взрыве емкость была разрушена, бетонное перекрытие толщиной 1 метр весом 160 тонн отброшено в сторону, в атмосферу были выброшены радиоактивные вещества 0,74 ЭБк. При этом облако радиоактивных веществ было поднято взрывом на высоту 1-2 км. В течение 10-11 часов радиоактивные вещества выпали на протяжении 300-350 км в северо-восточном направлении от места взрыва. Более 23 тыс. квадратных километров оказались в загрязненной радионуклидами зоне [4]. На этой территории находилось 217 населенных пунктов с более 280 тысячами жителей. Терри-

тория, которая подверглась радиоактивному загрязнению, получила название «Восточно-Уральский радиоактивный след». Общая его длина составила примерно 300 км, ширина - 5-10 км.

30 ноября 1975 года в результате расплавления топливного канала на первом энергоблоке Ленинградской АЭС произошел выброс в атмосферу 1,5 млн кюри радиоактивных изотопов. Одной из причин аварии являются множественные проектные ошибки реактора РБМК: большой положительный пустотный коэффициент реактивности, положительный быстрый мощностной коэффициент реактивности, слишком медленная аварийная защита, недостатки систем контроля и регистрации параметров реактора, невозможность для персонала узнать текущий ОЗР в переходных режимах, а также локальный перегрев и последующая разгерметизация одного канала и повреждение соседних. В результате выброса радиоактивных веществ в атмосферу облучению подверглись жители города Сосновый Бор, находящегося вблизи станции.

28 марта 1979 года на АЭС Три-Майл-Айленд произошла крупнейшая авария в истории коммерческой атомной энергетики США. Она произошла на втором энергоблоке станции по причине своевременно не обнаруженной утечки теплоносителя первого контура реакторной установки и, соответственно, потери охлаждения ядерного топлива. В ходе аварии произошло расплавление около 50 % активной зоны реактора, после чего энергоблок так и не был восстановлен. Помещения АЭС подверглись значительному радиоактивному загрязнению, однако радиационные последствия для населения и окружающей среды оказались несущественными [3].

26 апреля 1986 года произошло разрушение реактора четвертого энергоблока Чернобыльской атомной электростанции, расположенной около города Припять (Украина). В результате взрыва реактор был полностью разрушен, а в окружающую среду выброшено большое количество радиоактивных веществ. Авария расценивается как крупнейшая в своем роде за всю историю атомной энергетики, как по предполагаемому количеству погибших и пострадавших от ее последствий людей, так и по экономическому ущербу.

Из-за нарушений в системе обеспечения безопасности и ошибок при эксплуатации реактор четвертого энергоблока перегрелся и был полностью разрушен взрывом. Моментально начался пожар, который не прекращался 10 суток. Из-за этого образовалось облако, которое разнесло различные радиоактивные материалы, прежде всего радионуклиды йода и цезия, по большей части Европы. Особенно пострадали близлежащие территории Беларуси, России и Украины. Из 30-километровой зоны отчуждения вокруг АЭС было эвакуировано всё население — более 115 тысяч человек. Суммарный выброс радиоактивных материалов в окружающую среду составил около 380 млн. кюри [2].

Для ликвидации последствий были мобилизованы значительные ресурсы, более 600 тысяч человек участвовали в ликвидации последствий аварии. Был разработан проект саркофага, «Укрытие». А позже над ним соорудили новое изоляционное сооружение – «Новый безопасный конфайнмент» (сдан в эксплуатацию в 2019).

В результате аварии от лучевой болезни разной степени пострадали более 100 тысяч человек, а 30-километровая зона уже 35 лет остается безлюдной. После аварии станция еще некоторое время производила электроэнергию, навсегда прекратив свою работу лишь 15 декабря 2000 года.

11 марта 2011 года в Японии произошло одно из сильнейших землетрясений. Это привело к отключению электроснабжения АЭС. Цунами, вызванное землетрясением, затопило подвальные помещения, где располагались распределительные устройства, резервные генераторы и батареи. Это привело к полному обесточиванию станции и отказу систем аварийного охлаждения. Произошли расплавление ядерного топлива в реакторах энергоблоков №1-3, накопление водорода в результате пароциркониевой реакции и взрывы гремучей смеси на энергоблоках № 1, № 3 и № 4. В окружающую среду попали в основном летучие радиоактивные элементы, такие как изотопы йода и цезия. Объем выброса составил до 20 % от выбросов при Чернобыльской аварии [3].

Причиной аварии, помимо землетрясения и цунами, являются недостатки в противоаварийных мероприятиях. Недостаточная высота защитных стен, расположение электрогенераторов в подвальных помещениях, неподготовленность персонала к самостоятельным решениям. С загрязненных территорий было эвакуировано около 164 тысяч человек. В декабре 2013 года АЭС была официально закрыта. На территории станции продолжают работы по ликвидации последствий аварии.

Заключение. Таким образом, причины радиационных аварий могут быть самыми разными. Это могут быть стихийные бедствия, нарушения со стороны оборудования, ошибки персонала, нарушение инструкций. Но какова бы ни была причина, их объединяет одно: последствием аварий является огромный вред окружающей среде.

Литература.

1. Абагян, А. А. Информация об аварии на Чернобыльской АЭС и ее последствиях, подготовленная для МАГАТЭ / А. А. Абагян, и др. // *Атомная энергия: журн.* — 1986. — Т. 61, вып. 5. — С. 301—320. 2. Арутюнян Р. В., Большой Л. А., Боровой А. А., Велихов Е. П. Системный анализ причин и последствий аварии на АЭС «Фукусима-1» / *Ин-т проблем безопасного развития атомной энергетики РАН.* — М: ИБРАЭ РАН, 2018. — 408с. 3. Мухамеджанова, Е.Р. Анализ крупнейших аварий на радиационных объектах и их влияние на темпы развития атомной энергетики в мире / Е.Р. Мухамеджанова, В.А. Акатьев // *Глобальная ядерная безопасность.* 2017. — №3(24). — С. 110-114.

УДК 615.849

ТИШКОВЕЦ А.С., студент 3 курса биотехнологического факультета
Научный руководитель – **Братушкина Е.Л.**, канд. вет. наук, доцент
УО «Витебская ордена « Знак Почета» государственная академия ветеринарной
медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

РЕНТГЕНОВСКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ: ПРИМЕНЕНИЕ В МЕДИЦИНЕ И ДЕЙСТВИЕ НА ЧЕЛОВЕКА

Введение. Рентгенологические обследования являются одним из наиболее распространенных в современной медицине. Рентгеновское излучение используется для получения простых рентгеновских снимков костей и внутренних органов, флюорографии, в компьютерной томографии.

Материалы и методы исследования. В процессе исследования применялись такие методы, как теоретический, общеполитический анализ (системный метод, анализ, аналогия, синтез, моделирование).

Результаты исследований. Рентгеновское излучение – это электромагнитное излучение с длиной волны 10^{-8} см, занимающее промежуточное положение между ультрафиолетовым и гамма-излучением.

В 1895 году немецкий физик Вильгельм Конрад Рентген открыл не известный ранее вид электромагнитного излучения. Было установлено, что это излучение обладает свойством, которое позволяет получать информацию о внутреннем строении человеческих органов без вскрытия. Рентгеновское излучение применяется: для изучения структуры молекул и кристаллов; рентгеновская дефектоскопия (в промышленности обнаружение дефектов в изделиях); как метод медицинского исследования и терапии. Важнейшие применения рентгеновского излучения стали возможными, благодаря очень малым длинам всего диапазона этих волн и их уникальным свойствам. Так как нас интересует влияние рентгеновского излучения на людей, которые сталкиваются с ним лишь во время медицинского обследования или лечения, то далее мы будем рассматривать только эту область применения рентгена. Сейчас можно выделить две основные сферы применения рентгеновских лучей в медицине: рентгенодиагностика; рентгенотерапия.

Рентгенодиагностика используется в различных вариантах: рентгеноскопия (просвечивание); рентгенография (снимок); флюорография; рентгеновская и компьютерная томография. При рентгеноскопии пациент располагается между рентгеновской трубкой и специальным флуоресцирующим экраном. Рентгенолог подбирает нужную жёсткость лучей и получает на экране изображения внутренних органов и рёбер. При рентгенографии пациент укладывается на кассету со специальной фотоплёнкой. Рентгеновский аппарат располагается над объектом. На плёнке получается негативное изображение внутренних органов, содержащее более мелкие детали, чем при рентгеноскопическом обследовании. Флюорография используется при массовых медицинских осмотрах населения. На специальную плёнку проецируется изображение с большого экрана. Томо-

графия использует рентгеновские лучи для получения снимков органов в нескольких выбранных поперечных срезах тканей. Полученная серия рентгеновских снимков называется томограммой. Компьютерная томограмма регистрирует срезы человеческого тела с помощью рентгеновского сканера. Данные записываются в компьютер и дают единое изображение в поперечном сечении. Все перечисленные методы диагностики основаны на способности рентгеновых лучей засвечивать фотоплёнку и на различной проницаемости их для тканей и костного скелета.

Способность рентгеновых лучей оказывать биологическое действие на ткани, в медицине используют для терапии опухолей. Ионизирующее действие этого излучения наиболее активно проявляется в воздействии на быстро делящиеся клетки, каковыми и являются клетки злокачественных опухолей. Однако следует знать и о побочных эффектах, неизбежно сопровождающих рентгенотерапию. Дело в том, что быстро делящимися являются также клетки кроветворной, эндокринной, иммунной систем. Негативное воздействие на них порождает признаки лучевой болезни.

Вскоре после открытия рентгеновского излучения, обнаружилось и его вредное биологическое действие. Выяснилось, что рентгеновское излучение может вызвать изменение в кожном покрове, напоминающее, солнечный ожог, но с более глубоким повреждением кожи. К тому же эти изъязвления требовали более длительного времени для заживления. Постепенно удалось выяснить, что подобных поражений можно избежать, уменьшая время, дозу облучения, применяя свинцовые экраны и дистанционное управление процессом. Вред от рентгеновского излучения может иметь и более долгосрочную перспективу: временные или постоянные изменения в составе крови, подверженность лейкемии, раннее старение. Как влияет рентген на организм, т. е. биологические последствия зависят от того, какой орган подвергается облучению, какова доза воздействия. Скажем, облучение кроветворных органов вызывает заболевания крови, половых органов – бесплодие. Этот метод диагностики нельзя назначать беременным женщинам. Развивающийся эмбрион чрезвычайно уязвим. Рентгеновские лучи могут вызвать аномалии хромосом и как следствие, рождение детей с пороками развития. Наиболее уязвимым в этом плане является срок беременности до 16 недель. Причём наиболее опасен для будущего малыша рентген позвоночника, тазовой и брюшной области.

Систематическое облучение даже малыми дозами может привести к генетическим изменениям в организме. Изучение последствий рентгеновского облучения позволило разработать международные стандарты на допустимые дозы облучения.

Заключение. Открытие и заслуги в изучении основных свойств рентгеновских лучей с полным правом принадлежит немецкому учёному Вильгельму Конраду Рентгену. Удивительные свойства открытых им X-лучей, сразу получили огромный резонанс в учёном мире. Хотя тогда, в далёком 1895 году, учёный вряд ли мог предположить, какую пользу, а иногда и вред может принести рентгеновское излучение. Исходя из того, что рентгеновское излучение отно-

сится к группе радиационных излучений, оно (в определенной дозе) может оказывать негативное влияние на здоровье человека. Умеренное рентгенологическое облучение не может нанести ощутимого вреда организму человека.

Литература.

1. Действие на человека рентгеновского излучения [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://otravleniya.net/izluchenie/rentgenovskoe-izluchenie-dejstvie-na-cheloveka.html> . - Дата доступа: 31.03.202, 2. Влияние рентгеновских лучей на организм человека [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://scienceforum.ru/2015/article/201501494> - Дата доступа: 2.04.2021

УДК 614.771

ШЕРЕМЕТ В.Д., студент 3 курса факультета ветеринарной медицины
Научный руководитель – **Петроченко И.О.**, ассистент
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

ЭФФЕКТИВНЫЕ АГРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В ПОЧВЕ СЕЛЬХОЗУГОДИЙ

Введение. После аварии на Чернобыльской АЭС некоторые территории сельскохозяйственных земель Беларуси были выведены из оборота из-за большого загрязнения, что сильно ударило по агропромышленному комплексу. Но до сих пор на 1 млн га загрязненных территорий ведется сельскохозяйственное производство. Основными радионуклидами, определяющими радиационную обстановку на этих сельхозугодьях, являются цезий-137 и стронций-90, так как они являются долгоживущими изотопами. Для получения на загрязнённых территориях нормативно чистой продукции необходимо применение целого комплекса защитных мероприятий, базирующихся на эффективных агрохимических методах снижения содержания радионуклидов в почве.

Материалы и методы исследований. Для выявления эффективных агрохимических методов снижения содержания радионуклидов в почве сельскохозяйственного назначения нами проводился сравнительно-теоретический анализ учебно-методической литературы и правовых документов.

Результаты исследований. Эффективным методом ограничения поступления стронция-90 в растения является известкование почв. Дозы внесения извести или доломитовой муки зависят от кислотности почвы, гранулометрического состава, типа почвы и плотности загрязнения радионуклидами. *Калий является антагонистом цезия, кальций и магний - стронция. Соответственно, чем больше этих веществ в почве, тем активнее они поглощаются растениями, угнетая тем самым поступление туда радионуклидов.* Максимальное снижение поступления радионуклидов в растениеводческую продукцию наблюдается при реакции почвенной среды для торфяных почв – 5,0–5,3; для дерново-

подзолистых почв в зависимости от гранулометрического состава – глинистые и суглинистые – 5,5–6,7; супесчаные – 5,5–6,2; песчаные – 5,3–5,8. За счет известкования удается добиться снижения накопления стронция-90 в урожае в 1,5–3 раз [1,2,3].

Применение органических удобрений повышает содержание гумуса в почве, улучшает ее структуру и снижает коэффициенты перехода радионуклидов в растения до 30%. Систематическое применение органических удобрений приводит к повышению содержания гумуса, существенному улучшению агрохимических свойств почв, стабилизации высокой урожайности и качества продукции сельскохозяйственных культур. В качестве органических удобрений используют навоз, торф, компосты, зеленые удобрения, нейтрализованный лигнин и продукты его переработки. Главное требование к удобрениям – минимальное содержание в их составе радионуклидов. Эффективны в качестве органических удобрений и средств снижения накопления радиоизотопов в растениях сапропели. Применение кремнеземистых и карбонатных сапропелей в дозах 60 - 80 т/га (под пропашные культуры) приводит к уменьшению накопления цезия-137 и стронция-90 в урожае до 30 - 40%. Однако затраты на добычу и транспортировку сапропелей не окупаются прибавкой урожая даже при минимальном радиусе перевозок (до 1 - 5 км). По прибавке урожая 1 тонна сапропеля примерно равноценна 0,6 тонн навоза. Внесение карбонатного сапропеля исключает необходимость известкования кислых почв. Однако экономически более эффективно известкование почв доломитовой мукой. Дозы внесения органических удобрений должны быть такими же, как и на незагрязненных радионуклидами землях [1,3].

Важная роль отводится регулированию азотного питания растений. Недостаток доступного азота в почве приводит к снижению урожая, а повышенные дозы азотных удобрений усиливают накопление цезия-137 и стронция-90 в урожае практически всех сельскохозяйственных культур. Поэтому дозы внесения азотных удобрений должны строго рассчитываться, исходя из планируемого урожая. Также необходимо учитывать эффект последствия удобрений и проводить тщательный агрохимический анализ почвы. Идеальным вариантом является использование медленнодействующих азотных удобрений, это позволяет повысить на 20–40% их окупаемость прибавкой урожая при одновременном уменьшении содержания радионуклидов на 15–30% и снижении накопления нитратов в картофеле, овощах и кормовых культурах [2,3].

Внесение фосфорных удобрений позволяет снизить поступление радионуклидов в растения. Кроме того, подвижные формы стронция-90 выпадают в осадок, при взаимодействии с фосфатами. Учитывая дефицит фосфорных удобрений и их высокую стоимость, рекомендуется на загрязненных землях обеспечить внесение минимума фосфорных удобрений, необходимого для сбалансированного питания сельскохозяйственных культур с учетом содержания подвижных фосфатов в почве [1,2,3].

Наиболее сильное влияние на снижение накопления цезия-137 в растениеводческой продукции оказывают калийные удобрения. Это связано как с анта-

гонистическим влиянием калия на корневое поступление цезия, так и с повышением урожайности и «эффектом разбавления». Внесение дифференцированных доз (в зависимости от типа почв, содержания в них подвижного калия и плотности загрязнения цезия-137 и стронция-90) калийных удобрений на слабо обеспеченных подвижным калием почвах (< 150 мг/кг почвы) уменьшает поступление в растения цезия-137 до 2,0 раза, а стронция-90 – до 1,5 раза. На землях с высоким содержанием подвижных форм калия (более 300 мг/кг на минеральных и 1000 мг/кг на торфяных почвах) целесообразно внесение минимальных доз удобрений для поддержания оптимального калиевого режима почв [1,2].

Микроудобрения также вносят вклад в снижение поступления радионуклидов в сельскохозяйственные культуры, хотя механизм их действия изучен недостаточно. Применение микроэлементов базируется на избирательной отзывчивости сельскохозяйственных культур к отдельным элементам с учетом их недостаточного содержания в почве. Основным способом внесения микроудобрений, обеспечивающий наибольший экономический эффект и экологическую безопасность, - некорневые подкормки растений микроэлементов. Технологически она может сочетаться с внесением средств защиты растений, регуляторов роста, азотными подкормками. Дозы внесения микроэлементов практически не отличаются от тех, что рекомендованы на незагрязненных землях [2,3].

Биологические особенности растений также сказываются на накоплении радионуклидов. Большие значения по накоплению цезия-137 у люпина и гороха. Затем следует вика, рапс, овес, просо, ячмень, пшеница и озимая рожь. Как правило, картофель и свекла накапливают радиоактивный цезий в меньших количествах. Построить четкий убывающий ряд величины накопления цезия в овощных культурах практически невозможно, ввиду сильной зависимости коэффициентов перехода от сортовых особенностей. В наибольшей степени стронция-90 накапливает яровой рапс, за ним следуют люпин, горох, вика, ячмень, яровая пшеница, овес, озимая пшеница и озимая рожь. Как цезий, так и стронций сильнее накапливаются в соломе злаков, и гораздо меньше переходят в зерно. Клубни картофеля накапливают стронций-90 в меньших количествах, по сравнению с корнеплодами свеклы [1,3].

Заключение. Регулярное и добросовестное проведение защитных мероприятий с использованием эффективных агрохимических методов на загрязненных территориях обеспечивает снижение содержания в почве радионуклидов, следовательно, и шанс попадания их в сельскохозяйственную продукцию. Ведь прежде чем продукты из загрязненных территорий попадут к потребителю, они проходят проверку на всех стадиях от выращивания до переработки, исходя из республиканских допустимых уровней содержания в них радионуклидов (РДУ-99). Поэтому можно не бояться употреблять такие продукты, так как они ничем не отличаются от тех, которые выращены на чистых территориях.

Литература.

1. *Введение сельскохозяйственного производства на землях, загрязненных радионуклидами: учебно-методическое пособие / О. В. Чистик, С. Е. Головатый, С. С. Поздняк. – Минск : МГЭУ им. А.Д.Сахарова, 2008. – 208 с.* 2. *Рекомендации по ведению сельскохозяйственного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь на 2012–2016годы.* 3. *Руководство по ведению агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь на 1997–2000 гг.*

УДК 636:612.1.70

ЩЕРБА П.И., 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

ЗАЩИТА ОТ РАДИАЦИИ С ПОМОЩЬЮ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Введение. Восприимчивость к радиации индивидуальна и зависит, в том числе от состояния здоровья. Результаты многих исследований, проведенных с целью определения причинно-следственной связи между продуктами питания и состоянием здоровья, позволили получить данные о том, что наличие определенных веществ в организме может, вероятно, служить защитой от негативного воздействия ионизирующего излучения. Продуктами, создающими более благоприятную защитную реакцию, можно считать те, которые укрепляют нашу внутреннюю среду. Антиоксиданты, такие, как витамин Е, помогают организму избавляться от свободных радикалов прежде, чем они вызовут экстенсивные повреждения клеток. Другие питательные вещества укрепляют нашу иммунную систему, поскольку они имеют весьма важное значение для обеспечения правильной функции определенных органов в иммунной системе (например, цинк и витамин В₆ для укрепления функции тимуса, или вилочковой железы). Некоторые природные компоненты питания обладают способностью образовывать химические соединения с токсичными веществами.

Какие именно продукты питания следует употреблять в пищу и почему?

Материалы и методы исследований. Весьма актуальным является определение эффективных средств, повышающих неспецифическую резистентность организма к широкому кругу неблагоприятных факторов внешней и внутренней среды, одним из которых является радиация. Целью данной работы являлось изучение воздействия различных продуктов питания на неспецифический иммуногенез. Методологию исследования составили эмпирические и теоретические общенаучные методы: контент-анализ, изучение, обобщение, синтез, сравнение.

Результаты исследований. Одним из самых эффективных продуктов является пищевое волокно. Оно защищает нас от радиации как прямо, так и опосредованно. Пищевое волокно включает структурные части растения, например, отруби цельных зерен или стебли, семечки и кожура овощей и фруктов. Оно помогает организму регулировать усвоение питательных веществ. Одно из положительных воздействий пищевого волокна на наш организм заключается в том, что оно способствует росту в кишечнике благотворных бактерий. Эти бактерии синтезируют витамины группы В, продуцируют ферменты, улучшающие пищеварение, а также предупреждают размножение вредных микроорганизмов и образование токсинов и канцерогенов. Это, в свою очередь, оказывает анти-токсическое воздействие и снимает напряжение иммунной системы [3].

Однако самое поразительное свойство пищевого волокна с точки зрения защиты человеческого организма от радиации заключается, возможно, в его связывающей способности. Лигнины, камедь и пектины образуют химические соединения с ядовитыми веществами. В результате такого соединения молекул возникает новое, значительно менее токсичное вещество. Более того, это новое вещество может выводиться из организма [1]. А поскольку пищевые волокна (в частности, целлюлоза) также притягивают и удерживают воду, это способствует разбавлению ядов и быстрому прохождению отходов пищеварения по кишечнику. Образование химических комплексов, которые легко выводятся из организма, также известно как процесс образования хелатных соединений.

Свежие овощи также являются хорошим источником пищевых волокон. Они снабжают наш организм кальцием, железом, витаминами А, С, В. В некоторых овощах можно найти серосодержащие аминокислоты цистеин и метионин, которые вступают в связь с токсическими веществами и затем выводятся из организма. Овощи также способствуют кроветворению, улучшают функцию вилочковой железы и усиливают иммунитет. Поскольку в них содержится такое большое число питательных элементов, они способствуют укреплению нашего организма, согласно принципу избирательного усвоения [2]. Они помогают нам бороться с бактериями и защищать наши клетки. Кроме того, они играют важную роль в снабжении нашего организма клетчаткой.

Бобовые представляют собой концентрированный источник витаминов, минералов и белков. Белки, содержащиеся в бобовых, имеют особо важное значение, поскольку они дополняют белки, содержащиеся в цельном зерне, т. е. они снабжают организм аминокислотами, которые часто отсутствуют в зерновых. Кроме того, бобовые богаты пищевыми волокнами. Особенно богаты бобы, горох фитатами, включая фитиновую кислоту, которые представляют собой фосфорные соединения [2]. Фитаты обладают способностью соединяться с токсичными и радиоактивными элементами, образуя соединения, которые выводятся через кишечник. То есть фитаты являются связывающими, или хелатными, агентами. Их функция аналогична функции пищевых волокон. Поскольку бобовые содержат пищевые волокна и фитаты, их радиозащитная ценность особенно велика.

Но в бобовых имеются и другие защитные факторы, которые действуют другим путем. Это — ингибиторы протеолитических ферментов, или протеаз, которые присутствуют в бобовых и семенах. Хотя биохимическая роль этих веществ не совсем изучена, главная их функция — предупредить нарушение усвоения белков организмом.

Морские овощи являются хорошим источником морских минералов, включая йод, который является абсолютно необходимым для функционирования щитовидной железы. Щитовидная железа влияет на обмен веществ и способствует устойчивости к инфекциям. Дефицит йода может привести к появлению слабости, нарушению метаболических процессов и увеличению веса. Морские овощи также содержат ценный хелатный элемент — альгинат натрия, который вступает в химическую связь с радиоактивными веществами и токсичными тяжелыми металлами, превращая их в соли, которые могут выводиться из организма [4].

Орехи и семена представляют собой сильно концентрированные и компактные продукты питания, созданные самой природой и способные удовлетворить все требования живого организма. Это прекрасный источник витаминов В, Е, кальция, магния, натрия, железа и цинка [2]. Кроме того, в орехах и семенах содержится почти столько же белка, что и в мясе, и в то же время они обладают бесспорным преимуществом — располагаются внизу пищевой цепи. Для таких продуктов характерно низкое содержание химических и радиоактивных веществ.

Наконец, орехи и семена богаты незаменимыми жирными кислотами, которые наш организм должен получать с продуктами питания. Они способствуют переносу кислорода, вместе с белками участвуют в строении новых клеток, улучшают работу желез и взаимодействуют с витамином D и кальцием. Они также способствуют преобразованию каротина в витамин А в организме человека.

Радиозащитные качества орехов и семян заключаются в том, что они содержат пищевые волокна (в частности, пектин) и фитаты — связывающие вещества, которые способствуют выведению радиоактивных веществ. Кроме того, их защитная функция объясняется наличием в них таких питательных веществ, которые исключают поглощение схожих с ними радиоактивных. Наконец, витамин Е, содержащийся в орехах и семенах, выполняет роль антиоксиданта, который поглощает свободные радикалы и восстанавливает повреждения, вызванные радиацией [2]. Семена подсолнечника богаты пектином — волокном, которое связывает токсины. Семена кунжута имеют высокое содержание кальция, а в сочетании с рисом служат дополнительным источником белка. Миндаль является источником минералов и традиционно рассматривается как продукт, особенно ценный для здоровья. Соевые продукты, семена и орехи должны составлять до 5 % рациона.

Заключение. Разнообразный, богатый витаминами рацион позволит организму отбирать из пищи необходимые ему целебные вещества, которые помогут бороться с канцерогенами. Для диетической профилактики вредного воз-

действия радиации может быть использована оздоровительная пирамида питания, рекомендованная ВОЗ для жителей Европы в 1995 году. В ее основании расположены продукты, составляющие основу ежедневного рациона: овощи, фрукты, пищевая зелень, зерновые, орехи, бобовые, картофель, крупы, чай, сливочное масло, молочные продукты – кефир, творог, сыр и йогурт, а также оливковое масло.

Литература.

1. Коденцова, В. М. *Пищевые продукты, обогащенные витаминами и минеральными веществами: их роль в обеспечении организма микронутриентами* / В. М. Коденцова, О. А. Вржесинская // *Вопросы питания.* – 2007. – Т. 77, № 4. – С. 16–25. 2. Корзун, В. Н. *Пища и экология* / В. Н. Корзун, Л. Ф. Щелкунов, М. С. Дудкин. – О. : Оптимум, 2000. – 516 с. 3. *Растительные пищевые добавки – блокаторы и декорпоранты радионуклидов* / В. Н. Корзун, В. И. Сагло, Л. Ф. Щелкунов [и др.] // *Довкілля та здоров'я.* – 2002. – № 1. – С. 38–41. 4. Щелкунов, Л. Ф. *Пища и экология* / Л. Ф. Щелкунов, М. С. Дудкин, В. Н. Корзун. – О.: Оптимум, 2000. – 517 с.

УДК 631.95/631.114.4

ЧЁРНЫЙ П.А., студент 3 курса факультета ветеринарной медицины
Научные руководители: **Базылев М.В., Линьков В.В.**, канд. с.-х. н., доценты
УО «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной
медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

РАДИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ОТДЕЛЬНЫХ РЕГИОНОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Введение. Чернобыльская авария, произошедшая 26 апреля 1986 г., стала серьёзной техногенной составляющей, на долгие годы изменившей радиологическую обстановку не только на территории Украины, где была расположена Чернобыльская АЭС, но и на прилегающих землях Беларуси и Российской Федерации [5]. В связи с этим, представленные исследования радиологического мониторинга отдельных территорий Беларуси, принявших на себя значительное количество радиоактивных веществ, распространившихся после аварии, являются актуальными, представляющими определённый пласт научно-практических знаний, способствующих оптимизации и адаптации антропогенной среды жизнеобитания населения нашей страны.

Материал и методы исследований. Цель исследований заключалась в изучении радиологических последствий Чернобыльской аварии на территории отдельных регионов Беларуси, в большей степени подвергшихся радиоактивному загрязнению местности. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: производилось изучение официальных данных мониторинга

отдельных регионов Беларуси, осуществлялся сравнительный анализ полученных данных и их интерпретация.

Исследования проводились с использованием данных Белгидромета 2019–2020 гг. [3, 4]. Методологическая база исследований включала методы анализа, сравнений, логический, прикладной математики.

Результаты исследований. Изучение источников информации и проведение собственных инструментальных исследований с использованием прибора ДП-5В позволило установить, что наиболее активно в радиологических измерениях используются следующие методы (рисунок 1).

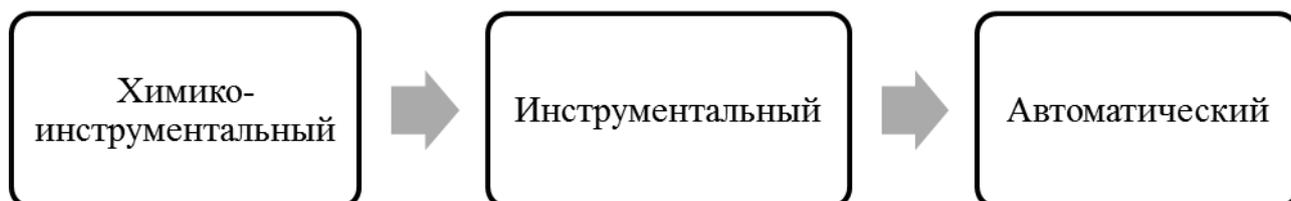


Рисунок 1 – Основные, широко-распространённые методы радиологического мониторинга территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению (составлено по [3–5] и собственным исследованиям)

При этом, изучение данных измерений в отдельных пунктах государственных наблюдений в Гомельской и Могилёвской области позволило охарактеризовать уровень гамма-фона и произвести анализ сложившейся ситуации в динамике (таблица 1).

Таблица 1 – Средние значения МД гамма-излучения на пунктах наблюдений Гомельской и Могилевской областей за 4 квартал 2019 и 2020 гг.

Наименование радиометрической станции	Мощность дозы гамма-излучения, мкР/ч	
	2019 г.	2020 г.
Гомельская область		
Брагин	49	50
Василевичи	11	11
Глушковичи	10	10
Гомель	11	11
Житковичи	11	11
Жлобин	11	11
Мозырь	11	11
Новая Иолча	10	10
Словечно	10	10

Продолжение таблицы 1

Статистически-средние значения	14,89	15,00
Могилевская область		
Бобруйск	11	11
Горки	12	12
Костюковичи	10	11
Могилев	12	12
Мстиславль	12	12
Славгород	19	19
Статистически-средние значения	12,67	12,83

Анализ таблицы 1 показывает, что радиационная обстановка в местах мониторинга остаётся стабильной и, говорить о быстром восстановлении природно-окружающей среды не приходится. В отдельных районах мониторинга наблюдаются значительные превышения уровня гамма-фона по сравнению с нормативными показателями в 0,10 мкР/ч [5]. Так, в Гомельской области особенно выделяется Брагинский район, в котором, в пункте наблюдения уровень гамма-фона превышает нормативное значение практически в пять раз. В Могилёвской области, в ту же сторону отмечается Славгородский район, с уровнем гамма фона в пункте наблюдения 19 мкР/ч, что почти в два раза превышает установленную норму. С точки зрения осуществления сельскохозяйственного производства, в отмеченных районах с повышенным гамма-фоном, существуют определённые ограничения в производстве продукции растениеводства и особенно – животноводческой продукции. Однако, на территориях с превышением нормативных значений радиоактивного загрязнения имеются возможности ведения сельского хозяйства с определёнными оговорками и ограничениями. В растениеводстве предпочтительно возделывание различных технических видов культур (сахарной свёклы, льна, сои, подсолнечника, рапса), осуществление промышленного семеноводства и развитие лесотехнических культур. В животноводстве: разведение мясного и мясо-молочного скота различных пород; промышленное птицеводство, развитие аквакультуры и промышленно рыбоводства [1, 2].

Заключение. Таким образом, представленные результаты исследований, их анализ, свидетельствуют с одной стороны – о сложившейся стабилизации ситуации с гамма-фоном на территориях Гомельской и Могилёвской областей Беларуси, подвергшихся большому радиоактивному загрязнению в результате аварии на Чернобыльской АЭС. А с другой стороны, показывают, что в распоряжении агробизнеса имеются определённые возможности применения активного менеджмента в осуществлении сельскохозяйственной деятельности на данных территориях, с учётом узкой направленности производственной специализации и получения экологически более благоприятной агропродукции.

Литература.

1. Базылев, М. В. Инновационные управленческие технологии в сельскохозяйственном производстве на основе функциональной синхронизации / М. В. Базылев, В. В. Линьков, Е. А. Лёвкин // *Аграрная наука – сельскому хозяйству : Сборник материалов XIV Международной научно-практической конференции. – Книга 1. – Барнаул : РИО Алтайского ГАУ, 2019. – С. 41–43.* 2. Базылев, М. В. Прогрессивный менеджмент в пограничных ситуациях / М. В. Базылев, В. В. Линьков, Е. А. Лёвкин // *XIX (девятнадцатая) научная сессия преподавателей, аспирантов, магистрантов, студентов : сборник докладов XIX (девятнадцатой) научной сессии, Витебск, 22 апреля 2016 г. : в 3 ч. / Витебский филиал Международного университета «МИТСО» ; редкол.: А. Л. Дединкин (гл. ред.) [и др.]. – Витебск, 2016. – Ч. 3 : Экономика, логистика, менеджмент: тенденции и перспективы развития. Естественные науки в современном мире. Перспективы развития информационных технологий. – С. 20–24.* 3. Радиационная обстановка на территории Республики Беларусь (IV квартал 2019 г.) [Электронный ресурс] / Белгидромет, 2020. – 7 с. – Режим доступа : <https://rad.org.by/articles/vozduh/sostoyanie-atmosfernogo-vozduha-v-4-kvartale-2019-goda/g-minsk> . – Дата доступа : 20.03.2021. 4. Радиационная обстановка на территории Республики Беларусь (IV квартал 2020 г.) [Электронный ресурс] / Белгидромет, 2021. – 6 с. – Режим доступа : <https://rad.org.by/articles/vozduh/sostoyanie-atmosfernogo-vozduha-v-4-kvartale-2020-goda> . – Дата доступа : 21.03.2021. 5. Савченко, В. К. Экология Чернобыльской катастрофы: Научные основы Международной программы исследований / В. К. Савченко. – Минск : Беларуская навука, 1997. – 224 с.

УДК 577.34:637.1

ЯНКОВИЧ А.Д., студент 3 курса биотехнологического факультета
Научный руководитель – **Братушкина Е. Л.**, канд. вет. наук, доцент
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

СНИЖЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТАХ

Введение. Источником радиоактивного загрязнения внешней среды является авария на Чернобыльской АЭС. Радионуклиды могут распространяться в виде радиоактивного облака, которые загрязняют среду обитания и сельскохозяйственные угодья. Таким образом, на территории Беларуси есть регионы с повышенным содержанием радиоактивных веществ, природные комплексы которых изменились, а почва, водоемы, животные и растения накопили эти вещества.

Радионуклиды, содержащиеся в продуктах питания, попадают в организм и являются причиной внутреннего облучения органов и тканей. Внутреннее об-

лучение представляет угрозу для здоровья человека. Опасность заключается в накоплении радионуклидов в органах и тканях, вследствие чего увеличивается время воздействия на них радиоактивного излучения, отсутствия защиты от наиболее опасных альфа-частиц, обладающих высокой энергией ионизации, доза радиации увеличивается из-за минимально возможного расстояния от источника облучения до органа, в котором он находится.

Установлено, что основные дозовые нагрузки для населения выявлены с потреблением продуктов питания выращенных на загрязненных территориях, в основном молока. Наибольшую опасность представляют долгоживущие радионуклиды: I^{131} , Cs^{137} , Sr^{90} .

Материалы и методы исследований. Обработка статистических данных и литературных источников.

Результаты исследований. Молоко не случайно было выбрано в качестве индикатора загрязнения – т.к. именно с молоком выделяются большее количество вредных веществ, и если уровень радиации в нем зашкаливает, то это означает, что и другие местные продукты заражены. Лучшим способом понижения радиоактивных веществ в молоке является переработка его на жирные молочные продукты. Это связано с тем, что цезий и стронций остаются в растворимых солях в сыворотке и не связываются с тяжелой жирной фракцией. При сбивании сливок в масло происходит дальнейшее удаление радиоизотопов, и в готовый продукт переходит не более 1–3 % от первоначального содержания радионуклидов. Основная часть радиоактивных веществ остается в пахте. Приготовление сыров сычужным способом позволяет уменьшить содержание цезия в 8-10 раз, содержание стронция уменьшается примерно в 2 раза. Если же использовать кислотный способ приготовления сыров, то практически весь стронций останется в сыворотке в виде растворимых солей. Уже в топленом масле содержание $90Sr$ и $137Cs$ практически равны нулю, а I^{131} снижается до десятых долей процента, радионуклиды почти полностью удаляются с оттопками.

Заключение. Таким образом, наиболее безопасным является употребление не молока, а топленого масла, сыров, сметаны, творога. Сыворотка и простокваша, наоборот, содержат в себе большое количество радионуклидов и их нельзя употреблять в пищу.

Литература.

1. <https://gp.by/novosti/zdorove/news198805.html>
2. <https://nat-geo.ru/science/sled-chernobylya-uroven-radiatsii-v-moloke-prevyshaet-normu/>
3. <https://www.quarta-rad.ru/useful/vse-o-radiacii/radiaciya-i-pitaniye/>
4. <http://urickiy.ru/files/chas/201811011256.pdf>

UDC 316.774(=1.540):614.876:621.311.25(477.41-37Чернобыль)

A.N. JITHENDRA, A. RISHI SAI, first-year students, Faculty of Foreign Students
Scientific leader: associate professor, PhD **Protasovitskay R.N.**

Establishment of educational «Gomel State Medical University», Gomel, Republic of Belarus

ABOUT AWARENESS OF THE POPULATION OF INDIA ABOUT THE CHERNOBYL DISASTER

Introduction. Several years after the Three Mile Island accident in the United States, the Chernobyl accident in 1986 completely changed the public's perception of nuclear risk. While the first accident provided the impetus to develop new research programs on nuclear safety, the second, with its human death toll and the dispersion of a large part of the reactor core into the environment, raised a large number of "management" problems, not only for the treatment of severely exposed persons, but also for the decisions that had to be taken in respect of the population [4].

On 26 April, 1986, the Chernobyl nuclear power station, located in Ukraine about 20 km south of the border of Belarus, suffered a major accident which was followed by a prolonged release to the atmosphere of large quantities of radioactive substances. The specific features of the release favored a widespread distribution of radioactivity throughout the northern hemisphere, mainly across Europe. A contributing factor was the variation of meteorological conditions and wind regimes during the period of release. Activity transported by the multiple plumes from Chernobyl was measured not only in Northern and in Southern Europe, but also in Canada, Japan and the United States [3]. Only the Southern hemisphere remained free of contamination. This had serious radiological, health and socio-economic consequences for the populations of Belarus, Ukraine and Russia, which still suffer from these consequences. Although the radiological impact of the accident in other countries was generally very low, and even insignificant outside Europe, this event had, however, the effect of enhancing public apprehension all over the world on the risks associated with the use of nuclear energy [2].

Most of the population of the Northern hemisphere was exposed, to various degrees, to radiation from the Chernobyl accident. After several years of accumulation of dosimetry data from all available sources and dose reconstruction calculations based on environmental contamination data and mathematical models, it is now possible to arrive at a reasonable, although not highly accurate, assessment of the ranges of doses received by the various groups of population affected by the accident [6]. The main doses of concern are those to the thyroid in the population of children and infants at the time of the accident, due to external irradiation and inhalation and ingestion of radioactive iodine isotopes (^{131}I and short-lived radionuclides), and those to the whole body due to external irradiation from and ingestion of radioactive cesium isotopes (^{134}Cs and ^{137}Cs) [5].

Aim. To find out the degree of awareness among Indian population about the incident of the Chernobyl nuclear disaster.

Material and methods. By the conduction of survey and analyzing the results given by the people.

Research result and discussion. A survey had been conducted by the means of telephonic conversation and also direct approach to Indian citizens in Belarus studying at Gomel State Medical University and citizens in India a series of sets of questions were asked to 60 people of different age groups.

If or whether they were aware of the nuclear disaster, that is the Chernobyl nuclear disaster. The sets of questions asked whether they knew about the disaster? If knew at what age? When they heard about the disaster? Whether they had been taught in the school? Or they saw it in the newspaper? Had learned by themselves? These sets of questions were asked to the different individuals of different age groups. Ranging from school going students of age 17 and above to working ageing 30 and above and also elderly aged people of age 65 and above.

So starting from the *elderly aged people* **68%** of them *didn't know* about the Chernobyl nuclear disaster. It was quite expected. As they were aged. And they are not that informed in the early period of time as there was difficult in the communication of the information throughout the world and as it being an international news. But rest **32%** *did know* as they were doing high professional jobs. Many of them replied "I was shocked when I came to know about it. I also realized how dangerous a nuclear power plant can be".

India had its difficult times in ancient period in the field of communication and coming to the *working age people* it was quite clear that they *knew* the information nearly **70%** of them. Through various newspapers and news channels at that point of time. As it was the golden age of innovation and technological communication. They are little bit more connected to the world rather than the elderly aged people. So they knew about the Chernobyl nuclear disaster through various global multimedia. And they knew what happened.

Asking the questions about the Chernobyl to the *elderly* and the *working aged people* they recollected an incident which happened in India on the night of December 2 in the year 1984, there was an incident known as the Bhopal gas tragedy. Which happened due to the leakage of methyl isocyanate in the city of Bhopal and it there was at least 30 tons of methane isocyanate gas which killed more than 15,000 people and affected more than 600,000 workers and these were the incident people recall and try to share as we were asking them the questions about the Chernobyl nuclear disaster.

Now coming to the *school* growing and the *peer group students*. Then *knew* the most out of the three groups about the Chernobyl nuclear disaster ranging to **86%**. One of them replied "yeah I do know about it rather than the school I knew more information through the TV Series Chernobyl it was quite the shock to know about the facts and its impacts the world is changing we have to be ready for anything".

As they are even more connected to the global multimedia and also had been learned in school. The *younger generation* also analyzed how the accident took place and also had being taught similar kinds of accidents that had been taken place in our world. Apart from this other major source of knowing about these accidents are the

documentaries, which the studios designed to illustrate the situation and say how the accident takes place one of the great show, the TV Series created by HBO, Chernobyl. This show which is a documentary and had won many awards. In depicting the exact situations of the accidents of the Chernobyl nuclear disaster and also this had reached very vast majority of people of India and also the World. Through this many people came to know about the Chernobyl nuclear disaster even better and even precise know how it happened.

Lessons learned: the lessons that could be learned from the Chernobyl accident were, therefore, numerous and encompassed all areas, including reactor safety and severe accident management, intervention criteria, emergency procedures, communication, medical treatment of irradiated persons, monitoring methods, radio ecological processes, land and agricultural management, public information, etc. [1].

Conclusion. The history of the modern industrial world has been affected on many occasions by catastrophes comparable or even more severe than the Chernobyl accident. Nevertheless, this accident, due not only to its severity but especially to the presence of ionizing radiation, had a significant impact on human society. Not only did it produce severe health consequences and physical, industrial and economic damage in the short term, but also its long-term consequences, in terms of socio-economic disruption, psychological stress and damage to the image of the nuclear energy, are expected to persist for some time. However, the international community has demonstrated a remarkable ability to apprehend and treasure the lessons drawn from this event, so that it will be better prepared to cope with future challenges of this or another nature in a more flexible fashion [7].

Sources of literature and information.

1. Aleksakhin, R.M. *Radioecological Lessons of Chernobyl*, *Radiat. Biol. Ecol.*, 33: 3-80, 1993. 2. Averkin, Y.I. *Thyroid cancer in Belarus: ascertainment bias?* / Y.I. Averkin, T. Abelin and J. Bleuer // *Lancet* 346:1223-1224 (1995). 3. Bengsston, G. *Radiation Doses in Europe after the Chernobyl Accident*, *Med. Oncol. Tumor. Pharmacother*, 4(3-4): 33-137, 1987. 4. *Characterization of Irradiation Levels of the Population in the Controlled Areas within the First Four Years after the Chernobyl NPP Accident* / R.M. Barkhudarov et al. // *Institute of Biophysics, Moscow, 1994*. 5. *Nuclear Accidents: Intervention Levels for Protection of the Public*, OECD/NEA, Paris, 1989. 6. *Radioactive Releases Due to the Chernobyl Accident, Fission* / S.N. Bergichev et al. // *Product Transport Processes*, Ed. J.T. Rogers, Hemisphere, 1990. 7. Williams, D. *Chernobyl, eight years on*, *Nature*, 371:556, 1994.

SONY RAJ SOMARAJULA, YASWANTH KUMAR, first-year students, Faculty of Foreign Students

Scientific leader: associate professor, PhD **Protasovitskay R.N.**

Establishment of educational «Gomel State Medical University», Gomel, Republic of Belarus

BIOLOGICAL CONSEQUENCES OF THE CHERNOBYL DISASTER

Introduction. On April 25 and 26, 1986, the worst nuclear accident in history unfolded in what is now northern Ukraine as a reactor at a nuclear power plant exploded and burned. The explosion of one of the four nuclear reactors of the Chernobyl nuclear power plant on 26 April 1986 released huge amounts of radioactive elements into the atmosphere that polluted vast areas in adjacent continents. This catastrophic accident initiated involuntarily the largest-scale experiment to date about the effects of ionizing radiation on natural ecosystems. A wealth of studies on the consequences of radiation in Chernobyl have accumulated for more than two decades, revealing associations between levels of radiation and the abundance, distribution, life history and mutation rates of plants and animals [3,4,9].

Research material and methods research: the impact of the disaster on the surrounding forest and wildlife also remains an area of active research. In the immediate aftermath of the accident, an area of about four-square miles became known as the “Red Forest” because so many trees turned reddish-brown and died after absorbing high levels of radiation.

Today, the exclusion zone is eerily quiet, yet full of life. Though many trees have regrown, scientists have found evidence of elevated levels of cataracts and albinism, and lower rates of beneficial bacteria, among some wildlife species in the area in recent years. Yet, due to the exclusion of human activity around the shuttered power plant, the numbers of some wildlife have increased. In 2015, scientists estimated there were seven times more wolves in the exclusion zone than in nearby comparable reserves, thanks to humans’ absence.

The effects of radiation on parasites, microorganisms: much less is known, however, about the radiation effects in *eukaryotic* and *prokaryotic members* of the microbial communities [6].

The study of how radiation affects other *microbial eukaryotes* is practically non-existent, despite the attention created by *micro-fungi* in Chernobyl soils and nuclear power plant reactor ruins due to their radioresistant properties. The situation is not much better for *prokaryotes*. There are a number of studies related to the increase of *pathogenic bacteria* and viruses, including retroviruses, mostly in relation to human health [8].

In connection with the Chernobyl Nuclear Power Plant (ChNPP) accident and the negative ecological after-effects for biota in this zone the interest has arisen to radioresistant *bacteria*, as to the most dynamic model of the given ecosystem, and to mechanisms which provide resistance of *bacteria* to ionizing radiation. The analysis

of published data has shown that the radioresistant bacteria are not interrelated taxonomically and phylogenetically. The extreme radioresistant *bacteria* are represented by the *Deinococcus species*, which form a group phylogenetically close to the line Thermus-Meiothermus. Other radioresistant bacteria are the representatives of the genera *Rubrobacter*, *Methylobacterium*, *Kocuria*, *Bacillus* and some *archebacteria*. The extreme resistance of *D. radiodurans* to the DNA damaging factors is defined by 1) repair mechanisms which fundamentally differ from those in other *prokaryotes*; 2) ability to increase the efficiency of a standard set of the DNA repairing proteins [2].

In addition to sources related to the use of nuclear power plants, research centers and hospitals, ionizing radiation occurs naturally in certain deep-sea hydrothermal vents, and high levels of radioactivity have been measured in their associated biota [7].

These conditions select for organisms that are naturally resistant to high doses of ionizing radiation (up to 30 kGy), such as *Thermococcus gammatolerans* and other highly radioresistant archaea that have been isolated from the Guaymas basin in the Pacific and the Mid-Atlantic Ridge. Extreme desiccation and UV radiation can also select for organisms highly resistant to ionizing radiation.

This is not surprising, given that both can lead to similar effects on cellular macromolecules. UV radiation causes a variety of photochemical damages on DNA that, ultimately, may lead to mutations and to single or double strand breaks. These include, notably, the dimerization of adjacent pyrimidine bases, but also other lesions mainly derived from, specifically, UVA-derived oxidative damage. Similarly, ionizing radiation produces oxidative damage in DNA and proteins due to the generation of free radicals [1].

The most radioresistant organisms *Deinococcus* and *Rubrobacter* species are frequently retrieved from rocks and soils of cold and hot deserts. Several species of these genera are resistant to other extreme conditions as well, being thermophilic or resisting alkaline conditions and solvents toxic for many other organisms. Thus, some *Rubrobacter* strains have been isolated from hot springs and wall paintings, where they are responsible for rosy discoloration. Many isolated strains are also resistant to ionizing radiation suggesting that organisms adapted to xenophile and UV-radiation are naturally adapted to cope with ionizing radiation as well [5].

Conclusion: the concept of adaptive radiation has come to mean many different things. To some researchers, it has been virtually synonymous with speciation. To others, it involves an association between overall diversification and adaptive changes in ecological and behavioral characters, as well as a high degree of homoplasious phenotypic change. *Parasitic organisms* are thought to be paradigm examples of adaptive evolution (Price 1980) and thus, by extension, good model systems for phylogenetic studies of adaptive radiations, exhibit a rich mosaic of evolutionary diversification in reproductive, developmental, and ecological characteristics.

Sources of literature and information.

1. Amann RI, Ludwig W, Schleifer KH (1995) Phylogenetic identification and *in situ* detection of individual microbial cells without cultivation. *Microbiol Rev* 59:

143–169 2. Czirjak GA, Moller AP, Mousseau TA, Heeb P (2010) Microorganisms associated with feathers of barn swallows in radioactively contaminated areas around chernobyl. *Microb Ecol* 60: 373–380 3. Geras'kin SA, Fesenko SV, Alexakhin RM (2008) Effects of non-human species irradiation after the Chernobyl NPP accident. *Environ Int* 34: 880–897 4. Moller AP, Mousseau TA (2006) Biological consequences of Chernobyl: 20 years on. *Trends Ecol Evol* 21: 200–207 5. Romanovskaia VA, Rokitko PV, Malashenko Iu R (2000) Unique properties of highly radioresistant bacteria. *Mikrobiologiia Z* 62: 40–63 6. Romanovskaia VA, Rokitko PV, Malashenko Iu R, Krishtab TP, Chernaia NA (1999) Sensitivity of soil bacteria isolated from the alienated zone around the Chernobyl Nuclear Power Plant to various stress factors. *Mikrobiologiia* 68: 534–539 7. Romanovskaia VA, Sokolov IG, Rokitko PV, Chernaia NA (1998) Ecological consequences of radioactive pollution for soil bacteria within the 10-km region around the Chernobyl Atomic Energy Station. *Mikrobiologiia* 67: 274–280 8. Yablokov AV (2009) 11. Chernobyl's radioactive impact on microbial biota. *Ann N Y Acad Sci* 1181: 281–284 9. Yablokov AV (2009) 9. Chernobyl's radioactive impact on flora. *Ann N Y Acad Sci* 1181: 237–254.

СОДЕРЖАНИЕ

АПАНАСЮК-ВЕРБИЦКИЙ И. В. КЫШТЫМСКАЯ АВАРИЯ: ХРОНИКА САМОЙ ЗАСЕКРЕЧЕННОЙ ТЕХНОГЕННОЙ КАТАСТРОФЫ В СССР	4
БЕЛУХА А.В. ВОЗДЕЙСТВИЕ НИЗКОЧАСТОТНЫМ ВЫСОКОПОЛИГОНАЛЬ- НЫМ РАДИОАКТИВНЫМ ПОЛЕМ НА БЕЛОК РАЩЕПЛЯЮЩИЙСЯ В ЖКТ	7
БРИЩУК А.А. РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ АВАРИИ НА ЧАЭС	10
БУЗИКОВА Ю.А. ВЕДЕНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИ- ТОРИЯХ	13
ВАГУРО А.В. ТИПЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ И ИХ НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ	16
ВЛАСЮК М.А. ВЕДЕНИЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА В УСЛОВИЯХ РАДИАЦИОННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ	18
ГЛУШАКОВА К.В., ВЕСЕЛОВА Е.С. ЦЕЗИЙ-137 И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ	21
ГРИШКЕВИЧ А.М., НЕМИРО Н.Д. АДАПТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЕДЕНИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ	24
ДИКУН В.В. РАДИОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МАЛЫХ УРОВНЕЙ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ	27
ДРУГАК К.С. ВЛИЯНИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА РАЗНЫЕ СИСТЕМЫ ОРГАНОВ КРЫС	30
ДУДАЛЬ Е.А. ВЛИЯНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОРГАНЫ ЗРЕНИЯ	33
ЗАЙЦЕВА И.И. НАКОПЛЕНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ ГРИБАМИ И ПРОФИЛАКТИКА ИХ УПОТРЕБЛЕНИЯ	35
ЗАРЫТОВА Д.Е. РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ КАТАСТРОФЫ НА ЧЕРНОБЫЛЬ- СКОЙ АЭС: ГИГИЕНА МОЛОКА И МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ	38
ЗИНЧЕНКО А.А. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ И ПРЕИМУЩЕСТВА КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ	41
ИВАНОВА Е.А. РАДОН И ЕГО ЛЕЧЕБНЫЕ СВОЙСТВА	44
КОВАЛЕВ К.Д. МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЯВЛЕНИЕ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЕ У ЕНОТОВИДНОЙ СОБАКИ, ОБИТАЮЩЕЙ НА РАДИАЦИОННОЙ ТЕРРИТОРИИ 30-КМ ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ ЧЕРНО- БЫЛЬСКОЙ АЭС	46

КОВАЛЕВА А.Б. АМЕРИЦИЙ-241 — СВОЙСТВА, РАСПРОСТРАНЕНИЕ И УСИЛЕНИЕ ЕГО БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ	48
КОВАЛЕНКО А.И. РЕАКТОР ТЕРМОЯДЕРНОГО СИНТЕЗА	50
КОВАЛЬКОВА П.Ф., БОРОДИН А.Ю., КУХТА К.С. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА КОРМОВ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ БЫХОВСКОГО РАЙОНА	53
КОЗЛОВА О.Н., ДМИТРИЕВА А.Д. РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ КАТАСТРОФЫ НА ЧЕРНОБЫЛЬ- СКОЙ АЭС ДЛЯ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ	56
КОРМАН А.В. ВЛИЯНИЕ КАТАСТРОФЫ НА ЧАЭС НА РАДИАЦИОННУЮ ОБСТАНОВКУ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРЕЦКОГО РАЙОНА МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ	59
КУЗЬМИН К.А. ДВИЖЕНИЕ КАК ФОРМА СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ	61
КУЛАЧЕНКО И.А. ЗАГРЯЗНЕНИЕ МОЛОКА НА ТЕРРИТОРИЯХ ПОСТРАДАВШИХ ОТ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ	63
КУЛЕШКОВА А.Е. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ КЫШТЫМСКОЙ АВАРИИ	64
КРУПНИК А.В. ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА	66
КУЗЬМЕНКОВА С.Н., ПРОТАСОВИЦКАЯ Р.Н., СТАРОВОЙТОВА М.В., ВЕРБИЦКАЯ Л.А. ФОРМИРОВАНИЕ ПАРАЗИТАРНЫХ СИСТЕМ КРУПНОГО И МЕЛКОГО РОГАТОГО СКОТА В УСЛОВИЯХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕССИНГА	69
МАРЧЕНКО А.В., НЕНАХОВА О.В. РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ	72
МЕДВЕДЕВА Е.А. РАДИАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ	74
МИРОНОВА Я.А., КАТАРИН И.А. СТРОНЦИЙ-90 И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ	76
ПАВЛОВА А.А. РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА В МОГИЛЕВЕ И МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ	79
ПЕТРУШКЕВИЧ Н.А. МЕХАНИЗМЫ ДЕЙСТВИЯ РАДИАЦИИ И АДАПТАЦИИ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОЙ РАДИАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ	82
РАДКОВЕЦ И.И. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В РАДИОЛОГИИ. КИНЕТИКА ЯДЕРНОЙ РЕАКЦИИ	85
РУБЦОВА А.В. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ВЕТЕРИНАРНОЙ РЕНТГЕНОЛОГИИ	88
РУДЕНКО О.И. РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА В ЛЕСНОМ КОМПЛЕКСЕ БЕЛАРУСИ	90
САВЕНКО Н.А., НЕДВЕДЬ Е.А. СОВРЕМЕННАЯ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ	93

СЕРВЕТНИК Е.А.	96
РАДИОТЕРАПИЯ В СОВРЕМЕННОЙ МЕДИЦИНЕ	
СИДОРОВА А.Д., ХИЛЕВИЧ В.А.	98
РЕАБИЛИТАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ	
СТЕМПКОВСКАЯ А.А.	99
ОБЗОР РАДИАЦИОННЫХ АВАРИЙ	
ТИШКОВЕЦ А.С.	103
РЕНТГЕНОВСКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ: ПРИМЕНЕНИЕ В МЕДИЦИНЕ И ДЕЙСТВИЕ НА ЧЕЛОВЕКА	
ШЕРЕМЕТ В.Д.	105
ЭФФЕКТИВНЫЕ АГРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В ПОЧВЕ СЕЛЬХОЗУГОДИЙ	
ЩЕРБА П.И.	108
ЗАЩИТА ОТ РАДИАЦИИ С ПОМОЩЬЮ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ	
ЧЁРНЫЙ П.А.	111
РАДИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ОТДЕЛЬНЫХ РЕГИОНОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	
ЯНКОВИЧ А.Д.	114
СНИЖЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТАХ	
A.N. JITHENDRA, A. RISHI SAI	116
ABOUT AWARENESS OF THE POPULATION OF INDIA ABOUT THE CHERNOBYL DISASTER	
SONY RAJ SOMARAJULA, YASWANTH KUMAR	119
BIOLOGICAL CONSEQUENCES OF THE CHERNOBYL DISASTER	



ISBN 978-985-591-121-1



9 789855 911211