

Государственное научное учреждение
«Институт радиобиологии НАН Беларуси»

Объект авторского права
УДК 619 : [636.084.413.087.7+615.1/.3]

АНТИПЕНКО
Ольга Николаевна

**УГЛЕРОДНЫЙ ФЕРРОЦИНСОДЕРЖАЩИЙ СОРБЕНТ
В РАЦИОНАХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ**

Автореферат
диссертации на соискание
ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук

по специальности 06.02.05 – ветеринарная санитария, экология,
зоогигиена и ветеринарно-санитарная экспертиза

Жодино, 2024

Научная работа выполнена в Государственном научном учреждении «Институт радиобиологии Национальной академии наук Беларуси»

Научный руководитель: **Карпенко Алексей Федорович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ведущий научный сотрудник ГНУ «Институт радиобиологии Национальной академии наук Беларуси»

Официальные оппоненты: **Курак Александр Степанович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор главный научный сотрудник лаборатории разработки интенсивных технологий производства молока и говядины РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»
Костюкевич Светлана Антоновна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры технологий и механизации животноводства и переработки сельскохозяйственной продукции УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»

Оппонирующая организация: УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»

Защита состоится « 17 » сентября 2024 года в 12 : 00 часов на заседании совета по защите диссертаций Д 01.49.01 при РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» по адресу: 222163, Республика Беларусь, Минская область, г. Жодино, ул. Фрунзе, 11, тел. (01775) 6-74-66, e-mail: belniig@tut.by.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»

Автореферат разослан « 12 » августа 2024 г.

Ученый секретарь совета
по защите диссертаций

А.А. Музыка

ВВЕДЕНИЕ

На загрязненной радионуклидами территории Беларуси актуальным является получение сельскохозяйственной продукции, соответствующей санитарно-гигиеническим требованиям. Одним из направлений получения животноводческой продукции в рамках требований является использование в кормлении животных энтеросорбентов, связывающих и выводящих из желудочно-кишечного тракта радионуклиды. (Ильязов Р.Г. и др., 1987, 1992; Маяков Е.А и др., 1991 ; Кругликов Б.П., 1991; Васильев А.В. и др., 1991; Бударков В.А. и др., 2005).

В Республике Беларусь из энтеросорбентов ^{137}Cs разрешены к широкому использованию ферроцианидсодержащие препараты в виде болюсов, солей брикетов или добавок к комбикорму. Например, использование ферроцина позволяет при различных уровнях загрязнения продуктов животноводства значительно снижать содержание ^{137}Cs в мясе и молоке.

В исполненных пяти пятилетних Государственных программах по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС в комплексе защитных мероприятий предусматривалось обеспечение комбикормом с ферроцином молочного скота личных подсобных хозяйств, где по данным санитарного надзора отмечалось производство молока с превышением РДУ-99 по содержанию ^{137}Cs . В соответствии с заданием пятой Государственной программы за период 2016-2020 гг. было произведено около 450 т ферроцинсодержащего комбикорма. Для производства комбикорма ферроцин приобретается за валютные средства в Российской Федерации (№ свид. ПВР-3-5/01571 РФ).

С целью импортозамещения, в Институте природопользования НАН Беларуси в период с 1987 по 2017 гг., были проведены исследования по получению материалов, избирательно сорбирующих ^{137}Cs на основе гексааноферратов меди, цинка, кобальта, железа, введенных в поры активированного угля из торфа. По результатам лабораторных исследований углеродный ферроцинсодержащий сорбент показал результаты намного лучше, чем исходный ферроцин.

Разработка нового препарата и его лабораторные исследования показали, что при условии создания производства и выпуска углеродного ферроцинсодержащего сорбента для нужд животноводства республики можно отказаться от импорта и, соответственно, снизить расходы валютных средств, обеспечить импортозамещение. Наладить производство и выпуск препарата Институтом природопользования НАН Беларуси планируется в рамках выполнения инновационного проекта по производству активированных углей в Пуховичском районе. В связи с этим возникает необходимость изучения эффективности использования углеродного ферроцинсодержащего сорбента в рационах сельскохозяйственных животных. Проведение исследований является важной научной задачей, определяет актуальность и новизну исследований.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с научными программами (проектами), темами. Диссертационная работа является составной частью научных исследований Государственного научного учреждения «Институт радиобиологии Национальной академии наук Беларуси» по темам «Провести синтез углеродного ферроцинсодержащего сорбента и изучить его радиопротекторные свойства с целью снижения содержания ^{137}Cs и других техногенных токсикантов в молоке и продуктах убоя крупного рогатого скота» (№ госрегистрации 20171792) Государственной программы по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2015–2020 годы и «Изучить физиологическое состояние и воспроизводительную функцию лошадей, содержащихся на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника» Государственной программы по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2021–2025 годы (№ госрегистрации 20213470).

Цель и задачи исследования. Цель исследований – изучить гигиеническую, радиологическую и экономическую эффективность, качество получаемой животноводческой продукции при использовании углеродного ферроцинсодержащего сорбента белорусского производства в составе рационов сельскохозяйственных животных, содержащихся на территории радиоактивного загрязнения.

Задачи исследования:

- проанализировать физиологическое состояние, сохранность, динамику живой массы, продуктивность, затраты кормов при использовании углеродного ферроцинсодержащего сорбента и ферроцина;
- провести анализ морфологических и биохимических показателей крови животных;
- установить радиологическую эффективность углеродного ферроцинсодержащего сорбента в составе рационов сельскохозяйственных животных, изучить ветеринарно-санитарные показатели молока и мяса;
- определить экономическую эффективность использования углеродного ферроцинсодержащего сорбента и ферроцина в рационах сельскохозяйственных животных.

Научная новизна работы. Впервые изучена, научно обоснована и экспериментально доказана эффективность применения отечественного углеродного ферроцинсодержащего сорбента ^{137}Cs в кормлении сельскохозяйственных животных в сравнении с ферроцином. Установлены эффективные дозы его ввода в рационы в составе концентрированных кормов и комбикорма, выявлены более высокие сорбционные свойства в сравнении с чистым ферроцином, не установлено отрицательного влияния на продуктивность, показатели крови и качество животноводческой продукции.

Положения, выносимые на защиту:

1. Отечественный углеродный ферроцинсодержащий сорбент, представляющий собой композиционный материал на основе торфяного активированного угля, содержащий 5 % ферроцина, вводимый в состав рациона сельскохозяйственных животных в смеси с концентрированными кормами или в смеси с комбикормом, способствует в 3,2-8,2 раза или на 100,3-440,1 Бк/кг меньшему накоплению ^{137}Cs в мышечной ткани.

2. Включение сорбента в состав рационов кроликов в дозах 2 и 4 г/голову, бычков на откорме, лактирующих коров – в дозе 40 г/голову в сутки не оказывает отрицательного влияния на потребление кормов, прирост живой массы, молочную продуктивность, качество молока и мяса, гематологические и биохимические показатели крови.

3. Применение углеродного ферроцинсодержащего сорбента в рационах кроликов в дозах 2 и 4 г/голову способствует снижению накопления ^{137}Cs в мышечной ткани соответственно в 1,4 и 2,6 раза, бычков на откорме – на 13 % в сравнении с использованием чистого ферроцина, не влияет на безопасность и органолептические показатели мяса.

4. Введение углеродного ферроцинсодержащего сорбента в рацион лошадей с уровнем ^{137}Cs 19,5-20,2 кБк/сутки, в дозе 40 г/голову позволяет на 15,1 % снизить содержание ^{137}Cs в мышечной ткани животных, по сравнению с контрольной группой и не оказывает отрицательного влияния на биохимические и гематологические показатели крови.

5. Затраты на снижение содержания 1 тыс. Бк ^{137}Cs , при использовании углеродного ферроцинсодержащего сорбента в дозах 2 и 4 г/голову, на производство кроличьего мяса соответственно в 7,6 и 4,0 раза, говядины – в 5,5 раза, молока – в 5,2 раза меньше, чем при применении импортного аналога ферроцина.

Личный вклад соискателя степени. Данные, положенные в основу диссертационной работы, получены соискателем лично при его непосредственном участии в проводимых экспериментах и в лаборатории производства экологически безопасной продукции животноводства в условиях техногенного загрязнения территорий. Определение цели исследования, постановка задач, планирование экспериментов и анализ полученных результатов проведены совместно с научным руководителем.

Отдельные этапы исследований проводились, при помощи сотрудников лаборатории производства экологически безопасной продукции животноводства в условиях техногенного загрязнения территории, сотрудников, лаборатории массовых анализов, лаборатории эндокринологии и биохимии Государственного научного учреждения «Институт радиобиологии НАН Беларуси», сотрудников ГНИУ «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник» (далее – ПГРЭЗ), которым автор выражает искреннюю признательность и благодарность.

Научные работы [4, 5, 9] написаны соискателем единолично, вклад составляет 100 %. Личный вклад соискателя в совместно опубликованных работах: научном издании [16] составляет 5 %, в статьях [1, 2, 3, 6] – 40 %, в

материалах конференций [7, 8, 12, 13] – 94 %, [10] – 30 %, [11] – 25 % участие заключалось в подготовке, написании, оформлении материалов и тезисов докладов по эффективности импортозамещения ферроцина отечественным углеродным ферроцинсодержащим сорбентом, соавторами была оказана методическая помощь.

При разработке и подготовке рекомендаций производству [14] и [15] личное участие автора составило 5 и 20 %. Общий объем опубликованных материалов составляет 21,7 авторских листа, из которых 6,8 авторских листа принадлежат соискателю.

Апробация результатов диссертации. Основные результаты исследований по теме диссертации обсуждались на: V Всероссийской научной конференции и школы для молодых ученых (с международным участием) «Системы обеспечения техносферной безопасности» (Таганрог, 2018), Международной научно-практической конференции, «Повышение производства продукции животноводства на современном этапе» (Витебск, 2022), V Международной научно-практической конференции ученых, студентов, магистрантов и аспирантов «Трансграничное сотрудничество в области экологической безопасности и охраны окружающей среды» (Гомель, 2020), Международной конференции «Радиобиология: Современные проблемы» (Гомель, 2019), XVII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Экология родного края: проблемы и пути их решения» (Киров, 2022), Международной научной конференции: «Радиобиология и экологическая безопасность – 2023» (Гомель, 2023).

Результаты исследований использованы в разработанных и утвержденных в установленном порядке двух рекомендациях: «Рекомендации по ведению сельскохозяйственного производства на территории радиоактивного загрязнения Республики Беларусь на 2021-2025 годы», «Рекомендации по использованию новых рецептов комплексных минеральных добавок на основе трепела в составе комбикормов для крупного рогатого скота, содержащегося на территории радиоактивного загрязнения», а также внедрены в учебном процессе высших учебных заведений (2 акта внедрения в учебном процессе), 1 акт внедрения в научной части ППРЭЗ, 1 акт внедрения в молочном хозяйстве в филиале «Агро-Ветка» ОАО «Ветковский агросервис» Ветковского района Гомельской области.

Опубликованность результатов диссертации. По результатам диссертационной работы опубликовано 16 работ: 1 научное издание, 6 статей (3 авторских листа) в научных изданиях, соответствующих пункту 19 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий, утвержденного Указом Президента Республики Беларусь от 17 ноября 2004 г. № 560, а также 5 статей и 2 тезиса в материалах научных конференций. По результатам исследований разработаны 2 рекомендации объемом 10,4 усл. печ. листа.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, основной части из пяти глав, заключения, библиографического списка и приложений. Полный объем дис-

сертации составляет 147 страниц компьютерного текста. Работа включает 29 таблиц, 5 рисунков и 13 приложений. Библиографический список общим объемом 20 страниц включает 222 наименования источников литературы (из них: 195 на русском, 27 на иностранном языке) и 16 публикаций соискателя.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Аналитический обзор литературы и выбор направления исследований. В четырёх подразделах обзора литературы проанализированы и обобщены литературные источники по теме диссертации, научные статьи отечественных (зарубежных) изданий о применении препаратов в организме сельскохозяйственных животных, а также использовании сорбентов, нормативно-правовые акты по ограничению облучения населения и содержанию радионуклидов в продуктах питания, регулирование миграции радионуклидов в звене «корм-животное», направления использования и технологии получения активных углей фосфорно-кислотной активации.

Материалы и методика исследований. Экспериментальная часть работы выполнена в период 2017-2022 гг. в Государственном научном учреждении «Институт радиобиологии НАН Беларуси», в условиях животноводческих ферм и комплексов сельскохозяйственных предприятий ОАО «Маложинский» Брагинского района, ОАО «Ветковский агросервис» Ветковского района, ГНИУ «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник» (далее – ПГРЭЗ), производственно-технологической лаборатории РУП «Институт мясо-молочной промышленности», ОАО «Гомельский мясокомбинат».

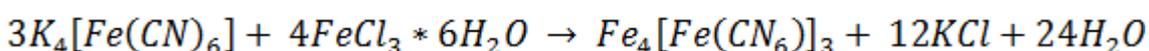
Для решения поставленной цели научно-производственные опыты проводились на кроликах породы белый паннон, на лактирующих коровах и бычках черно-пестрой породы, лошадях породы русский тяжеловоз, содержащихся в ПГРЭЗ. Подбор животных осуществлялся по принципу аналогов с учетом породы, происхождения, живой массы и возраста.

Исследуемые препараты:

углеродный ферроцинсодержащий сорбент представляет собой композиционный материал на основе торфяного активного угля фосфорнокислой активации, содержащий 5 % ферроцина. Сорбент предназначен для использования в качестве кормовой добавки с целью снижения содержания ^{137}Cs и других техногенных токсикантов в молоке и продуктах убоя крупного рогатого скота;

ферроцин (гексацианоферрат железа) обладает специфической способностью связывать ^{137}Cs , поступающий с кормом в желудочно-кишечный тракт животного, тем самым предотвращая всасывание радиоактивного цезия в кровь, а, следовательно, поступление его в молоко и мясо.

Ферроцин образуется в виде объемного студенистого осадка при сливании растворов 6-водного хлорида железа и гексацианоферрата калия по реакции:



Образовавшийся осадок адсорбируется на поверхности активного угля.

Продукт промывается дистиллированной водой от избытка хлорного железа и калия до отрицательной реакции на ион железа Fe^{3+} и ион хлора Cl^- .

Готовый продукт представляет собой мелкокристаллический порошок черного цвета, нерастворимый в воде и слабых минеральных кислотах.

Исследования проведены согласно схеме, представленной на рисунке 1.



Рисунок 1 – Схема исследований

В опытах на животных использовался ферроцин, приобретенный в ООО НПП «Эксорб» в г. Екатеринбург Российской Федерации и наработанный в ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси» опытный образец углеродного энтеросорбента, модифицированного ферроцином.

Отбор проб кормов проводился по утвержденной методике «Государственный стандарт Республики Беларусь СТБ-1056-2016 «Отбор проб сельскохозяйственного сырья и кормов. Общие требования».

Учет поедаемости кормов и добавок животными во время проведения экспериментов осуществлялся путём группового и индивидуального учёта кормов.

Молочная продуктивность лактирующих коров изучалась путем проведения контрольных суточных удоев до начала и через каждые 10 дней опыта.

Клиническое обследование животных проводилось перед постановкой на опыт и подекадно по общепринятым методикам: общее состояние, упитанность, реакция на внешние раздражители, координация движения, температура тела, частота пульса и дыхания, ритм сердечных сокращений, руминация, состояние шерстного и перьевого покрова, видимых слизистых оболочек.

Отбор проб крови у подопытных животных для проведения гематологических исследований осуществлялся из яремной вены в стеклянные пробирки с использованием стабилизатора (1,0 %-ный раствор гепарина) и без использования стабилизатора для получения сыворотки крови. Отобранные пробы крови (сыворотки) доставлялись в Государственное научное учреждение «Институт радиобиологии НАН Беларуси» для их биохимических и гематологических исследований согласно общепринятым методикам.

Радиологические исследования выполнялись на базе лаборатории массовых анализов Института радиобиологии НАН Беларуси.

При определении удельной активности таких продуктов как сено, солома, а также почва и т.п. измерительная кювета заполнялась с избытком, при этом проба равномерно уплотнялась, обеспечивая фиксированную геометрию измерения, соответствующую номинальному объему заполнения. Определение удельной активности ^{137}Cs (Бк/кг) в исследуемых образцах было проведено на γ -спектрометрическом комплексе «Canberra-Packard» с погрешностью не более 30 %.

Радиохимический анализ ^{90}Sr включал в себя следующие этапы: выделение радиоизотопа, его очистка и идентификация, проверка радиохимической чистоты, измерение активности радиоизотопа (радиометрия). После выделения радиоизотопа, его очистки и идентификации проводили проверку радиохимической чистоты выделенного изотопа путем определения периода полураспада выделенной активности и измерением максимальной энергии бета-спектра, сравнивая полученные значения с табличными данными для данного изотопа.

Радиохимическое выделение ^{90}Sr проводилось на аттестованном низкофоновом α - β счетчике «Canberra S5E» с погрешностью не более 20 %.

Определение содержания макро- и микроэлементов (Ca, K, Na, Fe, Mg, Mn, Zn, Co, Cu, Pb, Cd) в пробах выполнялось с использованием атомно-абсорбционного спектрометра Solar M6 в лаборатории массовых анализов.

Показатели миграции радионуклидов в биологической цепи корм-животные-продукция животноводства устанавливали по коэффициентам перехода (КП). КП в звене миграции корм-мышечная ткань, корм-молоко определяли по соотношению концентрации радионуклидов в 1 кг мышечной ткани или 1 кг молока к содержанию в рационе (Бк/кг: Бк/рацион).

Фактический экономический эффект рассчитывался по разности между выручкой и затратами в контрольной и опытных группах.

Полученные экспериментальные данные обрабатывались методами биологической статистики по П.Ф. Рокицкому на персональном компьютере с помощью программы StatSoft STATISTICA 6.1.478 и определением достоверной разницы между группами по критерию Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Использование углеродного ферроцинсодержащего сорбента в рационах кроликов. На базе вивария РНИУП «Институт радиологии» были сформированы 4 группы кроликов-самцов трехмесячного возраста породы белый паннон (контрольная и 3 опытных) численностью 3 головы в каждой. Продолжительность опыта составила 30 дней.

Контрольная и опытные группы животных во время опыта получали в составе основного рациона сено злаково-бобовое (0,06 кг на голову в сутки с удельной активностью по ^{137}Cs 5500-6400 Бк/кг) и комбикорм-концентрат КК-92 для взрослых кроликов (ТУ РБ 600024008.125-2006) (0,15 кг на голову в сутки).

Ферроцин и углеродный модифицированный сорбент вводились в состав комбикорма. В первой опытной группе ферроцин вводился по 0,2 г/голову из расчёта 100 мг на 1 кг живой массы, во второй и третьей опытных группах углеродный ферроцинсодержащий сорбент – соответственно по 2 и 4 г/голову из расчёта 1 и 2 г на 1 кг живой массы (в числе которых по 50 и 100 мг на 1 кг живой массы ферроцина).

Прирост живой массы кроликов за время опыта отмечен в пределах от 0,90 кг в 3 опытной группе до 1,03 кг во 2 опытной группе. Результаты взвешивания животных в конце опыта показали, что индивидуальные среднесуточные приросты животных во всех группах практически не различались и колебались в пределах 10,0-10,7 г/сутки. Достоверных различий между группами в потреблении кормов и приросте живой массы не установлено. Следовательно, как ферроцин так и углеродный ферроцинсодержащий сорбент в дозах 2 и 4 г/голову не оказали отрицательного влияния на потребление корма и прирост живой массы животных.

За время проведения эксперимента животным контрольной и опытных групп было скормлено по 5,4 кг злаково-бобового сена из расчёта 0,06 кг на голову в сутки удельной активностью ^{137}Cs 6000 Бк/кг (колебания от 500 до 6400 Бк/кг) и по 13,5 кг комбикорма-концентрата (по 0,15 кг на голову в сутки) удельная активность которого была ниже 10 Бк/кг. Среднесуточное поступление радионуклида в составе рациона в организм животных составило 361,5 Бк /сутки, из которых 99,6 % приходилось на ^{137}Cs в составе сена и 0,4 % в составе комбикорма. При этом в 1-й опытной группе использование ферроцина в составе комбикорма за тридцать дней составила 6 г/голову, углеродного ферроцинсодержащего сорбента во 2-й опытной группе – 60 г/голову и в 3-й опытной группе – 120 г/голову. После забоя животных и получения результатов радиометрических исследований было уста-

новлено, что кратность удельной концентрации ^{137}Cs в мышечной ткани кроликов опытных групп оказалась в 3,18-8,23 раза ниже по отношению к контрольной группе. Установлено, что модифицированный ферроцином (5%) сорбент в дозе 2 г/голову в 1,4 раза и в дозе 4 г/голову – в 2,6 раза эффективнее, чем чистый ферроцин. Введение в рацион кроликов 4 г модифицированного углеродного сорбента оказалось более эффективным – в 1,8 раза в сравнении с дозой 2 г (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели удельного содержания ^{137}Cs в мышечной ткани и его поступления из рациона кроликов

Группа	Средняя удельная активность мышечной ткани, Бк/кг	Кратность снижения по сравнению с контрольной группой
Контрольная	501,00	-
1 опытная	157,33	3,18
2 опытная	111,47	4,49
3 опытная	60,87	8,23

Параметры перехода ^{137}Cs в звене миграции рацион-мышечная ткань отражены на рисунке 2.



Рисунок – 2 Переход ^{137}Cs в звене рацион-мышечная ткань

Установлено, что в контрольной группе степень перехода ^{137}Cs составила 138,6 %, в 1-й группе – 43,5 %, 2-й – 30,8 % и в 3-й – 16,8 %, что соответственно на 95,1, 107,8 и 121,8 % меньше в сравнении с контрольной группой.

Применение в рационах кроликов модифицированного углеродного сорбента в дозе 2 г/голову способствует снижению перехода ^{137}Cs из рациона в мышечную ткань на 12,7 %, а в дозе 4 г/голову – на 26,7 % в сравнении с ферроцином, применяемым в дозе 0,2 г/голову.

При потреблении в пищу 1 кг кроличьего мяса ожидаемая доза внутреннего облучения, рассчитанная с использованием размерного пересчётного коэффициента, равного $1,3 \times 10^{-8}$ Зв/Бк, может составлять в контрольной группе 6,5 мкЗв, в 1-й группе – 2,05 мкЗв, 2-й – 1,45 мкЗв и 3-й – 0,79 мкЗв.

Стоимость 1 кг собственно изготовленного модифицированного ферроцином углеродного сорбента на 96,6 руб. ниже, чем приобретаемого в Российской Федерации ферроцина. В опыте на кроликах установлено, что применение собственного сорбента в дозе 2 г/голову в сутки требуется затрат на сумму 0,28 коп, в дозе 4 г/голову – 0,56 коп, что соответственно меньше на 1,68 коп и на 1,4 коп меньше в сравнении с применением ферроцина.

Радиологическая и экономическая эффективность применения сорбентов у бычков на откорме. Научно-производственный опыт проводился на базе сельскохозяйственного предприятия ОАО «Маложинский» Брагинского района Гомельской области, где были сформированы контрольная и 2 опытные группы бычков черно-пестрой породы 18-20-ти месячного возраста, численностью по 5 голов в каждой. Схема проведения научно-производственного опыта приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Схема проведения научно-производственного опыта на бычках

Группы	Количество животных в группе	Живая масса на начало опыта, кг	Продолжительность, дней	Особенности кормления
Контрольная	5	360–380	35	ОР*
1 опытная	5	360–380	35	ОР* + сорбент ¹ 40 г/гол. в сутки
2 опытная	5	360–380	35	ОР* + сорбент ² 3 г/гол. в сутки

Примечание: ОР – основной рацион (культуры зеленого конвейера, зернофураж собственного производства: тритикале – 50 %, пшеница – 50 %); сорбент¹ – углеродный ферроцинсодержащий сорбент; сорбент² – ферроцин.*

В ходе проведения научно-производственных опытов велся учет кормления животных по количеству съеденных кормов основного рациона и несъеденных остатков (путем контрольного взвешивания 1 раз в 5 дней).

В рационах контрольной и опытных групп наблюдалась оптимальная сбалансированность по кормовым единицам (норма кормления – 5,1 кормовых единиц, в 1 и 2 опытных группах 5,5 и 5,6 кормовых единиц соответственно). Содержание обменной энергии, по сравнению с нормой кормления, в среднем было выше на 20,4-27,7 %. Обеспеченность рационов перевариваемым протеином по сравнению с нормой кормления была выше на 5,0-10,6 %.

В первые двадцать дней проведения опыта, активность суточных рационов бычков по ¹³⁷Cs составляла 2000-2250 Бк. С 21 по 25 сутки она возросла до 2350 Бк. С 26 суток и до окончания проведения опыта (35-е сутки) активность рационов увеличилась до 3100-3165 Бк.

С первых по 20-е сутки проведения опыта содержание ¹³⁷Cs в организмах животных всех подопытных групп находилось менее 80 Бк/кг живой массы. На 25-е сутки в контрольной группе были получены значения прижизненной дозиметрии животных на уровне 92 Бк/кг, в опытных группах –

менее 80 Бк/кг. На 35-е сутки был произведен убой животных и получены фактические значения содержания ^{137}Cs в мышечной ткани бычков, которые составили в контрольной группе 125,3 Бк/кг; 1-й опытной – 25,0 Бк/кг; 2-й опытной – 28,7 Бк/кг. Установлено, что кратность снижения поступления ^{137}Cs в организм бычков на откорме в конце проведения опыта была следующей: 1-я опытная группа – 5,0 раз; 2-я опытная группа – 4,4 раза. В группе с углеродным ферроцинсодержащим сорбентом, в сравнении с группой с ферроцином, кратность накопления ^{137}Cs была в среднем на 13% ниже (на 3,7 Бк/кг). Показатели перехода ^{137}Cs в звене биологической миграции из рациона в 1 кг мышечной ткани в контрольной группе составили 4,04 %, в 1-й – 0,81 % и 2-й – 0,93 процента. Органолептические показатели были в норме.

Стоимость приобретения сорбентов для 1-й и 2-й групп составило соответственно 9,77 и 51,45 белорусских рублей. Затраты на 1 тыс. Бк разницы с контролем в накоплении ^{137}Cs в говядине в 1-й группе находились на уровне 0,09 руб., во 2-й группе – 0,50 руб. Применение углеродного сорбента оказалось в 5,5 раза экономически более выгодным в сравнении с ферроцином.

Радиологическая и экономическая эффективность применения сорбентов в рационах лактирующих коров. Научно-производственный опыт проводился в ОАО «Ветковский агросервис» Ветковского района. Для опыта были сформированы две группы лактирующих коров – опытная и контрольная.

Разница между контрольной и опытной группами заключалась в том, что коровам опытной группы в состав комбикорма вводился сорбент из расчета 40 г/гол. в сутки. Отбор проб молока у коров опытной и контрольной групп проводился в начале опыта на 8, 11, 14, 17 и 20-е сутки. Хозяйственный рацион подопытных животных был в целом сбалансирован по большинству нормируемых показателей.

Содержание в кормах рациона ртути, кадмия и мышьяка соответствовало отраслевому стандарту «Ветеринарно-санитарные правила обеспечения безопасности кормов, и кормовых добавок», утвержденных постановлением Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь № 16 от 16 февраля 2018 года.

На 20-е сутки опыта удой у коров опытной группы составил 24,7, в контрольной группе – 23,9 килограмма. Исследования молока по таким показателям, характеризующим потребительские и технологические качества как кислотность, массовая доля жира, белка и сухого обезжиренного остатка, плотность, количество соматических клеток и редуцтазная проба, не показали разницы между опытной и контрольной группами. Содержание нормируемых токсических элементов (свинца, мышьяка, кадмия, ртути) в молоке подопытных животных не превышало требования ТР ТС № 021/2011.

С учётом содержания в кормах ^{137}Cs было рассчитано суммарное его содержание по периодам опыта и в среднем за весь период опыта (таблица 3).

Таблица 3 – Суммарная активность суточного рациона лактирующих коров по ^{137}Cs МТФ Ветка «Ветковский Агросервис»

Наименование кормов	Количество кормов в суточном рационе, кг	Активность суточного рациона Бк/сут, (начало опыта)	Активность суточного рациона Бк/сут, (середина опыта)	Активность суточного рациона Бк/сут, (окончание опыта)	Средняя суммарная активность суточного рациона Бк/сут за весь период опыта
Силос кукурузный	48	1684,8	336,0	–	–
Зеленая масса (разнотравье)	42	–	–	1436,4	–
Сено луговое	0,5	1879,0	1813,5	1876,0	–
Комбикорм	6	6,6	18,6	16,8	–
Суммарная активность суточного рациона, Бк/сут.		3570,4	2168,1	3329,2	3022,6

Результаты радиологических измерений молока по периодам опыта приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Удельная активность молока коров

Группа	Удельная активность молока, Бк/кг по периодам отбора						
	Начало опыта	5-е сутки	8-е сутки	11-е сутки	14-е сутки	17-е сутки	20-е сутки
Контрольная	3,1	2,4	5,8	4,3	7,7	6,9	7,9
Опытная	2,6	1,4	1,3	1,6	3,0	2,4	3,6
Кратность снижения, раз по сравнению с контролем	–	1,7	4,5	2,7	2,6	2,9	2,2

Установлено, что за период опыта удельная концентрация ^{137}Cs в контрольной группе составила 5,93 Бк/кг, а в опытной – 2,22 Бк/кг, что на 3,71 Бк/кг оказалось меньше.

Как видно из данных, кратность снижения содержания ^{137}Cs в молоке коров опытной группы, начиная с 5-х по 20-е сутки, находилась в интервале от 1,7 до 4,5 раза. При этом вынос ^{137}Cs с молоком коров в контрольной группе за время опыта при среднем удое 23,9 кг и содержании радионуклида 5,93 Бк/кг составил 14173 Бк, а в опытной группе при среднем удое 24,9 кг и содержании радионуклида 2,22 Бк/кг – 5528 Бк, что на 8645 Бк меньше.

За время эксперимента опытной группе коров было скормлено 4 кг углеродного сорбента на сумму 5,6 белорусских рублей. Разница в содержании ^{137}Cs в надоенном молоке опытной группы, в сравнении с контрольной, была получена в количестве 8,645 тыс. Бк, что в денежном выражении на 1 тыс. Бк составило 0,65 белорусских рублей. Применение для этих целей ферроцина оказалось бы примерно в 5,2 раза более затратным, в сравнении с углеродным сорбентом.

Радиологические условия содержания и использование фероцинсодержащего сорбента в рационе лошадей Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. Заповедник остается уникальным местом, где сохраняется повышенный радиационный фон. В настоящее время он относится к ведущим племенным хозяйствам Беларуси по разведению лошадей русской тяжеловозной породы. Разведением лошадей здесь занимаются с 1996 года. Поэтому с практической точки зрения важное значение имеют мониторинг и оценка радиологической обстановки содержания лошадей на его экспериментально-хозяйственной зоне.

В заповеднике содержится около 400 лошадей разного половозрастного состава. Территориально все поголовье разбито на 3 участка: Брагинский, Наровлянский и Хойникский. Основу рациона лошадей в летне-пастбищный период составляет трава естественных и посевных пастбищ и сенокосов. Плотность загрязнения почв сенокосов и пастбищ и полей зерновых культур ^{137}Cs составляет 15-25 Ки/км² (555-925 кБк/м²) и ^{90}Sr – от 1,0 до 2,0 Ки/км² (37-74 кБк/км²). Содержание ^{137}Cs в зеленой массе травостоев сенокосно-пастбищных угодий варьирует от 14,2 до 112 Бк/кг, ^{90}Sr – от 33,8 до 133,3 Бк/кг, в сене злаковом соответственно – от 14,2 до 112 Бк/кг и от 33,8 до 298 Бк/кг.

Установлено, что содержание ^{137}Cs в зерне овса находилось на уровне 10,0 Бк/кг, ^{90}Sr – 35 Бк/кг, соответственно в зерне тритикале – 5,0 Бк/кг и 40,8 Бк/кг, в зерне ячменя – 7,5 Бк/кг и 49 Бк/кг. Такие показатели удельного содержания радионуклидов свидетельствуют о том, что зерновые корма пригодны для скармливания лошадям без ограничений.

Заготавливаемые на зимне-стойловый период грубые и сочные корма с полей экспериментально-хозяйственной зоны заповедника (ЭХЗ) соответствовали нормативным требованиям (содержание ^{137}Cs в зеленой массе до 165 Бк/кг, сене злаковом ^{137}Cs – до 1300 Бк/кг) и они пригодны для скармливания лошадям без ограничений.

Согласно требованиям РДУ-99, содержание ^{137}Cs в конине не должно превышать 370 Бк/кг. Для этого общее содержание ^{137}Cs в суточном рационе лошадей в возрасте трех лет должно быть не более 5200 Бк/сутки. Фактическое среднее содержание в суточном рационе лошадей в зимне-стойловый период 2021 года составило по ^{137}Cs – 731,5 Бк/сутки, по ^{90}Sr – 1929 Бк/сутки, в летне-пастбищный период – соответственно 1574 Бк/сутки и 4069 Бк/сутки.

С учетом возможных уровней накопления ^{137}Cs в мышечной ткани лошадей, в течение летне-пастбищного периода, предложена система выпаса животных с учетом плотности загрязнения ^{137}Cs травостоя пастбищ ЭХЗ ПГРЭЗ. Она предусматривает, что при содержании в травостое ^{137}Cs до 210 Бк/кг выпас лошадей на пастбищах ЭХЗ-ПГРЭЗ можно проводить без ограничений.

В конце летне-пастбищного периода содержание ^{137}Cs в мышечной ткани находилось в пределах от 125 Бк/кг до 325 Бк/кг. При плотности загрязнения пастбищ ^{137}Cs от 555 до 740 кБк/м² и содержании в травостое от 210 до 280 Бк/кг, в конце летнего периода обязательным является прове-

дение дозиметрического контроля. В случае превышения содержания ^{137}Cs в мышечной ткани животных требуется перевод на нормативно-чистые корма, а также использование ферроцинсодержащего комбикорма.

Для изучения эффективности использования углеродного ферроцинсодержащего сорбента белорусского производства был проведен эксперимент на конеферме ПГРЭЗ, расположенной на территории ЭХЗ. Согласно схеме проведения эксперимента, были отобраны 6 голов взрослых лошадей и разделены на две группы – контрольную и опытную.

Живая масса подопытных лошадей на начало эксперимента составляла 530-550 кг. Рацион подопытных лошадей состоял из 12 кг сена злакового с естественных угодий и 2 кг муки овсяной. Опытная группа в смеси с мукой получала по 40 г ферроцинсодержащего препарата на голову в сутки. Удельная активность ^{137}Cs в сене составила 1873 Бк/кг и муке овсяной – 34,1 Бк/кг. С учётом поедаемости кормов в контрольной группе поступление ^{137}Cs в организм животных находилось на уровне 19547 Бк/сутки, в опытной группе – 20296 Бк/сутки.

Достоверное снижение содержания Cs^{137} в мышечной ткани опытной группы подопытных лошадей было установлено с 10 по 30 сутки эксперимента. Так, разница показателей между контрольной и опытной группами на 10, 15, 25 и 30 сутки соответственно составила 65,3, 68,8, 273,0 и 108,0 Бк/кг. В среднем за время эксперимента удельная активность мышечной ткани в опытной группе оказалась на 112,5 Бк/кг или на 15,1 % ниже, чем в контрольной (рисунок 3).

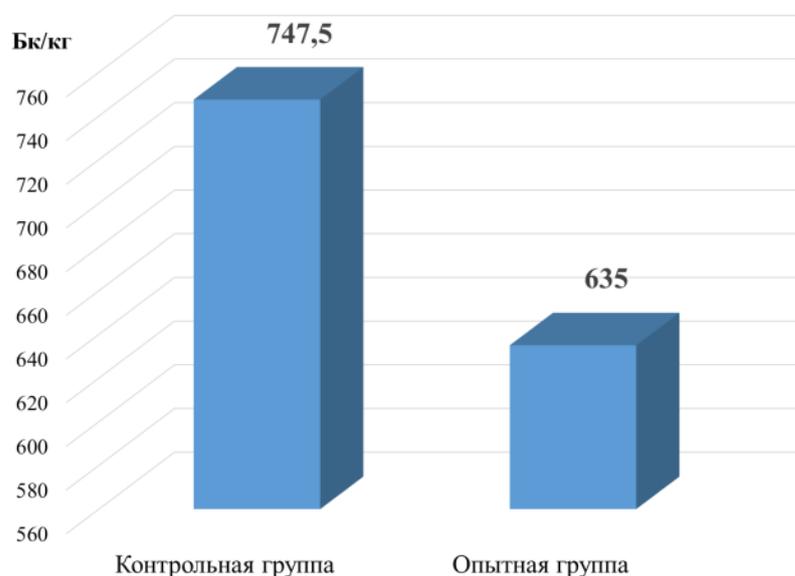


Рисунок 3 – Содержание Cs^{137} в мышечной ткани подопытных лошадей, в среднем по группе за время опыта

Как следует из анализа сравнения средних биохимических показателей по группам животных с диапазоном справочных значений для здоровых лошадей, то показатели общего белка, альбуминов, холестерина, тиреоглобули-

на АЛТ, ЛДГ, щелочной фосфатазой, АСТ, глюкозы, магния, железа, кальция, хлоридов, мочевины, мочевой кислоты, креатинина, фосфора, натрия, калия, а также гематологические показатели количества эритроцитов, гемоглобина, тромбоцитов и лейкоцитов между группами имели практически близкие значения и достоверно не различались.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. Отечественный углеродный ферроцинсодержащий сорбент, представляющий собой композиционный материал на основе торфяного активированного угля, содержащий 5 % ферроцина, вводимый в состав рациона сельскохозяйственных животных в смеси с концентрированными кормами или в смеси с комбикормом, способствует на 100,3-440,1 Бк/кг меньшему накоплению ^{137}Cs в мышечной ткани [3, 5, 6, 12].

2. Установлено, что углеродный модифицированный сорбент можно использовать в качестве добавки в рационы для снижения накопления ^{137}Cs в организме сельскохозяйственных животных: в составе рационов для кроликов в дозах 2 и 4 г/голову, бычков на откорме, лактирующих коров и лошадей – в дозе 40 г/голову. Сорбент не оказывает отрицательного влияния на потребление кормов, прирост живой массы и молочную продуктивность [1, 3, 5, 7, 10, 11].

3. Определено, что гематологические и биохимические показатели крови у лошадей, получавших сорбент, находились в пределах физиологической нормы. Потребительские и технологические качества молока у коров, органолептические показатели и безопасность говядины у бычков не отличались от аналогичных параметров продукции животных контрольной группы [2, 3, 5, 7, 9, 14].

4. Установлена радиологическая эффективность отечественного углеродного модифицированного сорбента, заключающаяся в том, что применение его способствует более низкому – в 3,2-8,2 раза накоплению ^{137}Cs в мышечной ткани кроликов в сравнении с контрольной группой. Углеродный модифицированный ферроцином (5%) сорбент в дозе 2 г/голову в 1,4 раза и в дозе 4 г/голову – в 2,6 раза эффективнее, чем чистый ферроцин [3, 5, 10].

5. Применение в составе рациона бычков углеродного ферроцинсодержащего сорбента позволяет снизить поступление ^{137}Cs в организм животных в 5,0 раз, по сравнению с контрольной группой и на 13% – в сравнении с ферроцином. Начиная с 5-х по 20-е сутки применения углеродного сорбента, наблюдается снижение содержания ^{137}Cs в молоке коров от 1,7 до 4,5 раза; при потреблении лошадьми углеродного ферроцинсодержащего сорбента в рационе с уровнем ^{137}Cs 19,5-20,2 кБк/сутки, в мышечной ткани животных содержание ^{137}Cs уменьшается в сравнении с контрольной группой на 15,1 % [1, 3, 4, 6, 7, 8, 13, 14, 15, 16].

6. Установлено, что затраты на 1 тыс. Бк разницы в накоплении ^{137}Cs в кроличьем мясе в группе с углеродным ферроцинсодержащим сорбентом в

дозе 2 г/голову в 7,6 раза и в дозе 4 г/голову – в 4,0 раза, в говядине – в 5,5 раза, в молоке – в 5,2 раза ниже, в сравнении с ферроцином [3].

Рекомендации по практическому использованию результатов

Для снижения содержания ^{137}Cs в продукции животноводства на территории радиоактивного загрязнения Республики Беларусь и её получения в пределах требований РДУ-99, рекомендуется применение углеродного ферроцинсодержащего сорбента в рационах кроликов в дозе 2-4 г/голову, в рационах бычков на откорме, взрослых лошадей и лактирующих коров – в дозе 40 г/голову. Углеродный ферроцинсодержащий сорбент может вводиться в состав рациона в смеси с концентрированными кормами или в смеси с комбикормом.

При плотности загрязнения пастбища экспериментально-хозяйственной зоны ПГРЭЗ ^{137}Cs 37-185 (1-5) кБк/м² (Ки/км²) выпас лошадей на пастбищах можно проводить без ограничений, 370-740 (10-20) кБк/м² (Ки/км²) – обязателен дозиметрический контроль перед реализацией лошадей и 740-1110 (20-30) – необходим перевод на нормативно-чистые корма, а также использование ферроцинсодержащего комбикорма.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

Статьи, включенные в перечень научных изданий ВАК согласно п. 19 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий

1. Царенок, А. А. Радиологические условия содержания лошадей Полесского государственного радиационно-экологического заповедника / А. А. Царенок, А. Ф. Карпенко, О. Н. Антипенко // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр. – Горки, 2022. – Вып. 25, ч. 2. – С. 243-249.

2. Царенок, А. А. Показатели крови лошадей Полесского государственного радиационно-экологического заповедника / А. А. Царенок, А. Ф. Карпенко, О. Н. Антипенко // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр. – Горки, 2022. – Вып. 25, ч. 2. – С. 259-265.

3. Карпенко, А. Ф. Радиологическая и экономическая эффективность сорбента цезия-137 / А. Ф. Карпенко, А. А. Царенок, О. Н. Антипенко // Аграрная экономика, 2023. – № 8 (339). – С. 80-86.

Статьи в других изданиях, включенные в перечень научных изданий ВАК Беларуси

4. Антипенко, О. Н. Эффективность нового углеродного ферроцинсодержащего сорбента / О. Н. Антипенко // Медико-биологические проблемы жизнедеятельности. – Гомель 2019. – № 1 (21). – С. 30-35.

5. Антипенко, О. Н. Эффективность применения углеродного ферроцинсодержащего сорбента в рационах лактирующих коров и кроликов / О. Н. Антипенко // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук, 2023. – Т. 68, № 3. – С. 249-256.

6. Карпенко, А. Ф. Сорбент цезия-137 белорусского производства в рационах животных / А. Ф. Карпенко, О. Н. Антипенко // Известия ГГУ им. Ф. Скорины, 2023. – № 6(141). – С. 17-20.

Материалы конференций

7. Антипенко, О. Н. О необходимости разработки экспресс-методики прижизненного радиометрического определения удельной активности ^{137}Cs в мышечной ткани лошадей / О. Н. Антипенко, Е. К. Нилова, Е. В. Копыльцова, И. В. Макаровец, С. В. Борисенко // Системы обеспечения техносферной безопасности: материалы V Всероссийской научной конференции и школы для молодых ученых (с международным участием). – Таганрог, 2018. – С. 101-102.

8. Антипенко, О. Н. Поступление радионуклидов в организм и показатели крови лошадей Полесского государственного радиационно-экологического заповедника / О. Н. Антипенко, А. Ф. Карпенко, А. А. Царенок // Повышение производства продукции животноводства на современном этапе : сб. Междунар. науч.-практ. конф., 2-4 нояб. 2022 г. – Витебск, 2022. – С. 255-260.

9. Антипенко, О. Н. Радиологическая эффективность ферроцинсодержащих сорбентов / О. Н. Антипенко // Трансграничное сотрудничество в области экологической безопасности и охраны окружающей среды : сб. материалов V Международной научно-практической конференции ученых, студентов, магистрантов и аспирантов. – Гомель, 2020. – С. 234-241.

10. Карпенко, А. Ф. О ферроцинсодержащих сорбентах / А. Ф. Карпенко, А. А. Царенок, И. В. Макаровец, О. Н. Антипенко // Радиобиология: Современные проблемы : материалы международной конференции. – Гомель, 2019. – С. 86–91.

11. Царенок, А. А. Полесский государственный радиационно-экологический заповедник как резерват содержания лошадей / А. А. Царенок, А. Ф. Карпенко, О. Н. Антипенко // Экология родного края: проблемы и пути их решения : материалы XVII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (г. Киров, 26-27 апреля 2022 г.). – Киров : ВятГУ, 2022. – Кн. 2. – С. 382-385. <http://envjournal.ru/ecolab/sbr.php>

12. Антипенко, О. Н. Использование углеродного ферроцинсодержащего сорбента в рационах кроликов / О. Н. Антипенко, А. А. Царенок, А. Ф. Карпенко // Радиобиология и экологическая безопасность — 2023: материалы международной научной конференции (25-26 мая 2023 г., Гомель). – Минск : ИВЦ Минфина, 2023. – С. 35-39.

13. Антипенко, О. Н. Композиционный энтеросорбент на основе торфяного активированного угла в составе рационов коров / О. Н. Антипенко, А. А. Царенок, А. Ф. Карпенко // Радиобиология и экологическая безопас-

ность — 2023 : материалы международной научной конференции (25-26 мая 2023 г., Гомель). – Минск : ИВЦ Минфина, 2023. – С. 39-41.

Рекомендации

14. Рекомендации по ведению сельскохозяйственного производства на территории радиоактивного загрязнения Республики Беларусь на 2021-2025 годы / Н. Н. Цыбулько, В. В. Лапа, И. М. Богдевич, Ю. В. Путятин, М. В. Рак, А. М. Устинова, В. Б. Цырибко, И. А. Чешик, В. Г. Седукова, А. А. Царенок, И. И. Кучинская, А. Б. Липень, А. Г. Подоляк, О. Н. Антипенко. Нац. акад. наук Беларуси, Мин-во сельск. хоз-ва и прод. Респ. Беларусь, Ин-т почв. и агр. – Минск : ИВЦ Минфина, 2021. – 142 с.

15. Рекомендации по использованию новых рецептов комплексных минеральных добавок на основе трепела в составе комбикормов для крупного рогатого скота, содержащегося на территории радиоактивного загрязнения / А. А. Царенок, И. В. Макаровец, А. Ф. Гвоздик, О. Н. Антипенко. – Минск : ИВЦ Минфина, 2019. – 35 с.

Прочие работы

16. 35 лет после чернобыльской катастрофы: итоги и перспективы преодоления ее последствий : национальный доклад Республики Беларусь / М. И. Автушко, О. Н. Антипенко, Ю. В. Байкова, Ж. В. Бакарикова, И. М. Богдевич, Г. Н. Болбатовский, Н. Я. Борисевич, И. В. Веялкин, Н. Г. Власова, С. Н. Глинская, В. В. Гурков, Н. Ф. Денисова, О. Н. Захарова, С. А. Исаченко, Л. Н. Карбанович, А. И. Ковалевич, М. К. Коваленко, А. В. Коновальчик, И. И. Кучинская, С. С. Лазаревич, Т. В. Ласько, Е. С. Лашук, Е. Г. Леверовская, А. Б. Липень, Д. А. Малевич, Е. В. Мартищенко, Н. Г. Мацко, А. С. Михалевич, А. Н. Никитин, П. В. Николаенко, С. Н. Никонович, Д. Л. Пиневиц, М. М. Потемкин, Ю. В. Путятин, Д. М. Рутковский, И. Г. Савастеева, Г. В. Седукова, Н. А. Сонич, С. А. Тагай, А. А. Царенок, Н. Н. Цыбулько, Н. В. Шамаль // Деп. по ликв. посл. кат. на Черн. АЭС МЧС Респ. Беларусь. – Минск : ИВЦ Минфина, 2020. – 152 с.

РЭЗІЮМЭ
Анціпенка Вольга Мікалаеўна
Вугляродны ферацынзмяшчальны сарбент у рацыёнах
сельскагаспадарчых жывёл

Ключавыя словы: ферацын, вугляродны ферацынзмяшчальны сарбент, цэзій-137, рацыёны, трусы, буйная рагатая жывёла, коні.

Мэта працы: вывучыць радыелагічную, эканамічную эфектыўнасць і якасць атрыманай жывёлагадоўчай прадукцыі пры выкарыстанні вугляроднага ферацынзмяшчальнага сарбенту беларускай вытворчасці ў складзе рацыёнаў сельскагаспадарчых жывёл, якія ўтрымліваюцца на тэрыторыі радыеактыўнага забруджвання.

Метады даследавання: радыелагічныя, заатэхнічныя, біяхімічныя, статыстычныя, эканамічныя.

Атрыманыя вынікі і іх навізна: упершыню ва ўмовах радыеактыўнага забруджвання тэрыторыі Рэспублікі Беларусь вывучана, навукова абгрунтавана і эксперыментальна даказана эфектыўнасць прымянення айчыннага сарбенту ^{137}Cs у кармленні сельскагаспадарчых жывёл замест дарагога імпартага ферацыну. Устаноўлены эфектыўныя дозы яго ўводу ў рацыёны ў складзе канцэнтраваных кармоў і камбікорму, выяўлены больш высокія сарбцыйныя ўласцівасці ў параўнанні з чыстым ферацынам, паказана адсутнасць адмоўнага ўплыву на прадуктыўнасць, паказчыкі крыві, якасць жывёлагадоўчай прадукцыі.

Пры ўключэнні ў склад рацыёнаў трусоў у дозах 2 і 4 г/галову, бычкоў на адкорме, кароў, ад якіх атрымліваюць малако, у дозе 40 г/галову ў суткі айчынны сарбент не аказвае адмоўнага ўплыву на спажыванне кормаў, прырост жывой масы, малочную прадуктыўнасць, якасць малака і мяса, гематалагічныя і біяхімічныя паказчыкі крыві. Назапашванне ^{137}Cs у мышачнай тканцы трусоў адпаведна ў 1,4 і 2,6 разы, бычкоў на адкорме – на 13% ніжэй, у параўнанні з выкарыстаннем чыстага ферацыну.

Увядзенне вугляроднага ферацынзмяшчальнага сарбенту ў рацыён конай з узроўнем ^{137}Cs 19,5-20,2 кБк / суткі, у дозе 40 г / галаву дазваляе на 15,1% знізіць утрыманне ^{137}Cs у мышачнай тканцы жывёл у параўнанні з кантрольнай групай і не аказвае адмоўнага уплыву на біяхімічныя і гематалагічныя паказчыкі крыві.

Выдаткі на зніжэнне ўтрымання 1 тыс. Бк ^{137}Cs пры выкарыстанні вугляроднага ферацынзмяшчальнага сарбенту ў дозах 2 і 4 г/галову, з'яўляюцца на вытворчасць трусінага мяса адпаведна ў 7,6 і 4,0 разы менш, ялавічыны – у 5,5 разоў, малака – у 5,2 разы менш, чым пры ўжыванні ферацыну.

Галіна выкарыстання: сельская гаспадарка, прадпрыемствы камбікормавай прамысловасці, навуковыя ўстановы, у навучальным працэсе вышэйшых навучальных устаноў і сярэдніх навучальных устаноў біялагічнага, заатэхнічнага і ветэрынарнага профіляў.

РЕЗЮМЕ

Антипенко Ольга Николаевна

Углеродный ферроцинсодержащий сорбент в рационах сельскохозяйственных животных

Ключевые слова: ферроцин, углеродный ферроцинсодержащий сорбент, цезий-137, рационы, кролики, крупный рогатый скот, лошади.

Цель работы: изучить радиологическую, экономическую эффективность и качество получаемой животноводческой продукции при использовании углеродного ферроцинсодержащего сорбента белорусского производства в составе рационов сельскохозяйственных животных, содержащихся на территории радиоактивного загрязнения.

Методы исследования: радиологические, зоотехнические, биохимические, статистические, экономические.

Полученные результаты и их новизна: впервые в условиях радиоактивного загрязнения территории Республики Беларусь изучена, научно обоснована и экспериментально доказана эффективность применения отечественного сорбента ^{137}Cs в кормлении сельскохозяйственных животных взамен дорогого импортного ферроцина. Установлены эффективные дозы его ввода в рационы в составе концентрированных кормов и комбикорма, выявлены более высокие сорбционные свойства в сравнении с чистым ферроцином, показано отсутствие отрицательного влияния на продуктивность, показатели крови, качество животноводческой продукции.

При включении в состав рационов кроликов в дозах 2 и 4 г/голову, бычков на откорме, лактирующих коров в дозе 40 г/голову в сутки отечественный сорбент не оказывает отрицательного влияния на потребление кормов, прирост живой массы, молочную продуктивность, качество молока и мяса, гематологические и биохимические показатели крови. Накопление ^{137}Cs в мышечной ткани кроликов соответственно в 1,4 и 2,6 раза, бычков на откорме – на 13 % ниже, в сравнении с использованием чистого ферроцина.

Введение углеродного ферроцинсодержащего сорбента в рацион лошадей с уровнем ^{137}Cs 19,5-20,2 кБк/сутки, в дозе 40 г/голову позволяет на 15,1 % снизить содержание ^{137}Cs в мышечной ткани животных, по сравнению с контрольной группой и не оказывает отрицательного влияния на биохимические и гематологические показатели крови.

Затраты на снижение содержания 1 тыс. Бк ^{137}Cs при использовании углеродного ферроцинсодержащего сорбента в дозах 2 и 4 г/голову, являются на производство кроличьего мяса соответственно в 7,6 и 4,0 раза меньше, говядины – в 5,5 раз, молока – в 5,2 раза меньше, чем при применении ферроцина.

Область применения: сельское хозяйство, предприятия комбикормовой промышленности, научные учреждения, в учебном процессе высших учебных заведений и средних учебных заведений биологического, зоотехнического и ветеринарного профилей.

SUMMARY
Antsipenka Volha Mikalaeuna
Carbon ferrocine-containing sorbent in diets of farm animals

Keywords: ferrocine, carbon ferrocine-containing sorbent, cesium-137, diets, rabbits, cattle, horses.

Objective: to study the radiological, economic efficiency and quality of obtained livestock products when using carbon ferrocine-containing sorbent of Belarusian production in the diets of farm animals kept in the territory of radioactive contamination.

Research methods: radiological, zootechnical, biochemical, statistical, economic.

Obtained results and their novelty: for the first time in conditions of radioactive contamination of the territory of the Republic of Belarus the efficiency of domestic ^{137}Cs sorbent application in feeding of farm animals instead of expensive imported ferrocine has been studied, scientifically substantiated and experimentally proved. Effective doses of its introduction into diets as part of concentrated feeds and mixed fodder have been established, higher sorption properties in comparison with pure ferrocine have been revealed, absence of negative influence on productivity, blood parameters, quality of livestock products has been shown.

When included in the diets of rabbits at doses of 2 and 4 g/head, fattening steers, lactating cows and horses at a dose of 40 g/head per day, the domestic sorbent has no adverse effect on feed consumption, live weight gain, milk productivity, quality of milk and meat, hematological and biochemical blood parameters. Accumulation of ^{137}Cs in muscle tissue of rabbits, respectively, 1.4 and 2.6 times, fattening steers - 1.15 times lower, in comparison with pure ferrocine.

The introduction of a carbon ferrocine-containing sorbent into the diet of horses with a ^{137}Cs level of 19.5-20.2 kBq/day, at a dose of 40 g/head, allows for a 15.1% reduction in the ^{137}Cs content in the muscle tissue of animals, compared with the control group and does not have a negative effect influence on biochemical and hematological blood parameters.

The costs of reducing the content of 1 thousand Bq of ^{137}Cs , when using a carbon ferrocine-containing sorbent in doses of 2 and 4 g/head, are respectively 7.6 and 4.0 times less for the production of rabbit meat, 5.5 times less for beef, and 5.2 times less for milk, than when using ferrocine.

Scope: agriculture, enterprises of feed industry, scientific institutions, in the educational process of higher educational institutions and secondary educational institutions of biological, zootechnical and veterinary profiles.

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

АНТИПЕНКО
Ольга Николаевна

Подписано в печать 02.08.2024 г. Формат 60 × 84/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать Riso.
Усл.-печ. л. 1,4. Уч.-изд. л. 1,34.
Тираж 60 экз. Заказ №

Издатель – Республиканское унитарное предприятие
«Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по животноводству».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/409 от 14 августа 2014 г.
222160, Минская обл., г. Жодино, ул. Фрунзе, 11.

Отпечатано с оригинал-макета Заказчика
в Республиканском унитарном предприятии
«Информационно-вычислительный центр Министерства финансов
Республики Беларусь».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 2/41 от 29 января 2014 г.
Ул. Кальварийская, 17, 220004, г. Минск.

Лист опечаток и изменений, вносимых в автореферат Антипенко Ольги Николаевны

Страница	Напечатано	Следует читать
Титульный лист	Государственное научное учреждение «Институт радиобиологии НАН Беларуси»	Республиканское унитарное предприятие «Научно – практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»
17	Материалы конференций 7. Антипенко, О. Н. О необходимости разработки экспресс-методики прижизненного радиометрического определения удельной активности ^{137}Cs в мышечной ткани лошадей / О. Н. Антипенко [и др.] // Системы обеспечения техносферной безопасности: материалы V Всероссийской научной конференции и школы для молодых ученых (с международным участием). – Таганрог, 2018. – С. 101-102.	Материалы конференций 7. Антипенко, О. Н. О необходимости разработки экспресс-методики прижизненного радиометрического определения удельной активности ^{137}Cs в мышечной ткани лошадей / О. Н. Антипенко, Е. К. Нилова, Е. В. Копыльцова, И. В. Макаровец, С. В. Борисенко // Системы обеспечения техносферной безопасности: материалы V Всероссийской научной конференции и школы для молодых ученых (с международным участием). – Таганрог, 2018. – С. 101-102.
17	10. Карпенко, А. Ф. О ферроцинсодержащих сорбентах / А. Ф. Карпенко, О. Н. Антипенко [и др.] // Радиобиология: Современные проблемы : материалы международной конференции. – Гомель, 2019. – С. 86–91.	10. Карпенко, А. Ф. О ферроцинсодержащих сорбентах / А. Ф. Карпенко, А. А. Царенюк, И. В. Макаровец, О. Н. Антипенко // Радиобиология: Современные проблемы : материалы международной конференции. – Гомель, 2019. – С. 86–91.

Ученый секретарь совета
по защите диссертаций Д 01.49.01

А.А. Музыка

Подпись Музыка Андрея Анатольевича удостоверяю:

Начальник отдела правовой и кадровой
Работы РУП «Научно-практический центр
Национальной академии наук Беларуси
по животноводству»



Л.Э. Купаво