

На правах рукописи

Крюков Николай Иванович

**НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФЕРРОЦИАНИДНО-БЕНТОНИТОВЫХ
СОРБЕНТОВ В ВЕТЕРИНАРИИ**

06.02.03 – ветеринарная фармакология с токсикологией;

03.00.08 – экология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
доктора биологических наук

Краснодар - 2011

Диссертационная работа выполнена в ГНУ Краснодарский научно-исследовательский ветеринарный институт Россельхозакадемии, ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной вирусологии и микробиологии Россельхозакадемии

Научные консультанты: доктор ветеринарных наук, профессор, член-корр.РАСХН, заслуженный деятель наук РФ
Антипов Валерий Александрович
доктор биологических наук, профессор,
заслуженный деятель наук РФ
Бударков Виктор Алексеевич

Официальные оппоненты : доктор ветеринарных наук
Семененко Марина Ппетровна
доктор биологических наук,
Тарасова Наталья Борисовна
доктор биологических наук
Пескова Татьяна Юрьевна

Ведущая организация: ФГБОУ ВПО Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана

Защита состоится «_05_»_апреля_2012 года в 10 - 00 на заседании диссертационного совета Д 220.038.07 при ФГОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет» по адресу: 350044 г. Краснодар, ул. Калинина, 13

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке при ФГОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет» (350044 г. Краснодар, ул. Калинина, 13)

Автореферат размещен на сайте ВАК РФ – <http://www.vak.ed.gov.ru>.
«_17_»_октября_2011 г.
Автореферат разослан «_____»_____2012 года

Ученый секретарь
диссертационного совета

Родин И. А.

1. ОБЩАЯ ХАРКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследований. В современный период развития общества непрерывное расширение масштабов хозяйственной деятельности в условиях техногенеза сопряжены с повышением всестороннего внимания к экологическим проблемам. Вместе с тем, в современных условиях именно сельское хозяйство в наибольшей степени подвергается негативному антропогенному воздействию (Алексахин Р. М. и др. 2001, Гайсин И. А., 2007, Радиобиология. Радиационная безопасность сельскохозяйственных животных, 2008).

Интенсификация сельского хозяйства, химизация животноводства с целью ускорения роста и откорма, терапия и профилактика болезней животных приводит к загрязнению сельскохозяйственных угодий. Вредные вещества поступают и накапливаются в продуктах животноводства, что является опасным для человека при их потреблении в связи с тем, что они являются источниками острых и хронических токсикозов, снижают резистентность организма, вызывают аллергические реакции, нарушают обмен веществ (Донник И.М., 1996, Иванов А.В. и др. 2010, Тремасов М.Я.и др.,2010).

Особую опасность для человека представляют соли тяжелых металлов, радионуклиды и микотоксины. Экспериментальным путем установлены их предельно допустимые концентрации в продуктах животноводства, а также разработан и предложен целый ряд средств для их детоксикации при поступлении в организм животных. В то же время серьезной проблемой является неудовлетворительное обеспечение ветеринарными средствами антидотной терапии. Биологическая и химическая безопасность включает широкий круг вопросов, не решение которых в условиях обострения угроз техногенного и природного характера, может вызвать негативные воздействия на жизненные процессы. Избыточные концентрации в кормах и продукции животноводства экзотоксинов связаны с растущим загрязнением окружающей среды, которое вряд ли может быть устранено в ближайшее время.

Основные факторы, определяющие необходимость решения проблемы биологической и химической безопасности, как одного из важнейших направлений укрепления национальной безопасности Российской Федерации, изложены в «Основах государственной политики в области обеспечения химической и биологической безопасности Российской Федерации на период до 2010 года и дальнейшую перспективу», утвержденных Президентом Российской Федерации 4 декабря 2003 года № ПР - 2194. Важным путем снижения содержания опасных для здоровья животных вредных веществ, их негативного влияния на качество продукции животноводства является использование энтеросорбентов на основе природных алюмосиликатных минералов. К настоящему времени накоплен опыт по их применению в животноводстве (Иванов А.В., 1999, Шадрин А.М., 2000, Романов Г.А., 1991, Рабинович М.И. и др., 2003, Семененко М. П., 2008, Папуниди Э.К. ,2009, Антипов В.А., Гришин А.Н., 2010). Результаты проведенных исследований показывают, что

отечественное минеральное сырьё - цеолиты, бентониты, шунгиты и др. с успехом могут быть использованы в животноводстве, их добавление в рацион положительно сказывается на здоровье и продуктивности животных. Однако, несмотря на значительное количество работ, выполненных в последние годы, отечественные сорбенты из минерального сырья до сих пор не находят широкого применения в ветеринарии в связи со слабой изученностью использования в этих показаниях. Поэтому особую актуальность приобретает поиск новых средств и способов детоксикации рациона и предотвращение негативного влияния ксенобиотиков на здоровье животных (Антипов В.А. и др., 2007).

Цель и задачи исследований. Целью настоящей работы являлось разработка технологии производства и научное обоснование перспективных направлений использования ферроцианидно-бентонитовых энтеросорбентов и способов их применения в ветеринарии.

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

1. Разработать состав и изыскать сырьё для получения сорбентов, а также разработать технологию производства ферроцианидно-бентонитовых сорбентов и методы контроля готовой продукции. Изучить физико-химические свойства.

2. Изучить основные токсикологические свойства полученных сорбентов.

3. Провести фармакологическое изучение ферроцианидно-бентонитовых сорбентов, в т.ч. изучить уровень сорбционной активности препаратов ХЖ-90, ХЖ-90-Sr-TM в отношении ^{137}Cs , ^{90}Sr , тяжелых металлов и микотоксинов.

4. Разработать показания к применению. Оценить влияние ферроцианидно-бентонитовых сорбентов на содержание ^{137}Cs , ^{90}Sr , тяжелых металлов в молоке и мясе животных при техногенном загрязнении кормовых угодий, определить оптимальные терапевтические дозы сорбентов для животных при повышенном загрязнении кормов радиоактивными изотопами цезия и стронция. Изучить влияние ферроцианидсодержащих препаратов (ФСП) на течение микотоксикозов у животных.

5. Определить лечебно-профилактическую эффективность в разных показаниях.

6. Разработать нормативную документацию по использованию ферроцианидно-бентонитовых сорбентов.

Научная новизна работы. Впервые изыскано сырьё и разработана технология производства новых ферроцианидно-бентонитовых сорбентов из отходов виноделия для применения в ветеринарии. Дана фармакологическая характеристика ферроцианидно-бентонитовых сорбентов, изучено их влияние на кровь, органы и ткани животных, иммунный статус, качество продукции животноводства.

Впервые изучено влияние ферроцианидно-бентонитовых сорбентов на течение микотоксикозов у свиней и на формирование иммунитета у свиней. Оценено действие ферроцианидно-бентонитовых сорбентов при диарее у телят.

Научная новизна исследований защищена патентом РФ на изобретение (№ 2300204).

Практическое значение работы. Разработана и научно обоснована технология производства ферроцианидно-бентонитовых сорбентов и использования их для сорбции радионуклидов цезия, стронция, тяжелых металлов, микотоксинов, а также в качестве средств, обладающих выраженной лечебно-профилактической эффективностью при ряде патологий свиней и крупного рогатого скота.

Практическая ценность ферроцианидно-бентонитовых сорбентов подтверждается положительными результатами широких производственных исследований, на основании которых разработана нормативная документация, определяющая условия производства и применения препаратов, требования к качеству и методам контроля, утвержденная в установленном порядке федеральными органами. Производство сорбентов освоено и аттестовано ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной вирусологии и микробиологии Россельхозакадемии (рег.№ 204 от 10 июня 1997 г.). На основании проведенных исследований разработаны два комплекта технических условий, утвержденных Департаментом ветеринарии Минсельхоза РФ (ТУ 9301-020-00008064-97, ТУ 9301-033-00495549-00).

Получены опытно-промышленные партии препаратов, сертифицированные ВГНКИ и выданы сертификаты соответствия № 02106107 от 17.07.1999 г. и № 02874670 от 25.01.1999 г.

Разработано и утверждено Наставление по применению в ветеринарии сорбента изотопов цезия - ХЖ-90 (Регистрационный номер сорбента ПРВ2.06.0287-96) утверждено Департаментом ветеринарии Минсельхозпрода РФ 12 февраля 1997 года; временное наставление по применению в ветеринарии сорбента ХЖ-90-Sr-ТМ для сорбции радиоизотопов стронция и тяжелых металлов (в порядке широких производственных испытаний до октября 2002 г.) утверждено Департаментом ветеринарии Минсельхозпрода РФ 22 декабря 2000 г.; методическое пособие по применению ферроцианидно-бентонитового сорбента ХЖ-90 при микотоксикозах животных (утверждено отделением ветеринарной медицины РАСХН от 12 марта 2011 г.).

Разработаны и утверждены НД на сорбент ХЖ-90-Sr-ТМ. Путём усиления сорбционных свойств сорбента по отношению к изотопам стронция и тяжелым металлам к сорбенту ХЖ-90 был добавлен селективный сорбент стронция - диоксид марганца твердофазный (ДМТ) – 10% по массе.

Технические условия на сорбент изотопов стронция и тяжелых металлов ХЖ-90 -Sr-ТМ (ТУ 9301-033-00495549-00) утверждены директором ВНИВВиМ от 01.10.2000 г. и согласованы с Заместителем руководителя Департамента ветеринарии Минсельхоза России и директором Всероссийского Государственного НИИ контроля, стандартизации и сертификации ветеринарных препаратов.

Основные положения, выносимые на защиту:

- разработка ферроцианидно-бентонитовых сорбентов для использования в ветеринарии и технологии их промышленного получения;

- токсикологическая оценка сорбентов;
- фармакологические свойства сорбентов;
- разработка показаний к применению и отработка оптимальных доз;
- основные результаты клинической и производственной апробации ферроцианидно-бентонитовых сорбентов в рационах свиней, овец и крупного рогатого скота и экономическая эффективность их применения в животноводстве.

Апробация работы. Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались на: ученом совете ГНУ Краснодарского НИВИ; научной конференции, посвященной 60-летию ГНУ Краснодарского НИВИ (Краснодар, 2006); научно - практической конференции фармакологов РФ (Троицк, 2007); международной научно-практической конференции Wasma (Москва, 2007); международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию ВНИИВВиМ (Покров, 2008) ; международной научно-практической конференции, посвященной 110 - летию ВИЭВ (Москва, 2008) ; втором съезде ветеринарных фармакологов и токсикологов (Казань, 2009); втором Сибирском ветеринарном конгрессе (Новосибирск, 2010) ; 11-й конференции КубГАУ (Краснодар, 2010); Х1Х заседании межвузовского координационного совета по свиноводству (пос. Персиановский, 2010); международной конференции «Биотехнология: токсикологическая, радиационная и биологическая безопасность России» (Казань, 2010); Третьем съезде ветеринарных фармакологов и токсикологов России (Санкт - Петербург, 2011); научной конференции посвященной 65-летию ГНУ Краснодарского НИВИ (г. Краснодар, 2011).

Публикации результатов исследований. Основные положения работы опубликованы в 38 научных статьях, рекомендациях, тезисах, в том числе в 13 статьях изданий, рекомендованных ВАК РФ («Свиноводство», «Ветеринария», «Труды Кубанского Государственного аграрного университета», «Ветеринарный врач», «Молочное и мясное скотоводство», «Ветеринария и кормление», «Ветеринария Кубани»); на основании полученных результатов защищен патент РФ №2300204 от 10.06.2007г.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа изложена на 325 страницах текста компьютерного набора, состоит из введения, обзора литературы, собственных исследований, обсуждения полученных результатов, выводов, практических предложений и приложения. Работа иллюстрирована 73 таблицами и 20 рисунками. Библиографический список литературы включает 447 источников, в том числе 96 иностранных авторов.

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальная работа была выполнена за период 1992 – 2011 гг. в соответствии с планами научно-исследовательских работ Краснодарского НИВИ и ВНИИВВиМ по темам Программы фундаментальных и приоритетных

прикладных исследований по научному обоснованию развития АПК Россельхозакадемии.

Основные направления исследований приведены на рис. 1.



Рис.1 Основные направления исследований

На первичных заводах по производству виноматериалов были отобраны клеевые осадки желтой кровяной соли (КОЖКС), являющиеся отходом виноделия. Они послужили сырьем для производства сорбента и разработки технологии сушки, размола высушенных КОЖКС, методов контроля готового продукта, разработки условий его хранения и транспортировки. В отдельный блок вошли исследования сорбентов: физико-химических свойств; острой и хронической токсичности; сорбционных свойств по отношению к радионуклидам цезия, стронция, тяжелым металлам, микотоксинам *in vitro* и *in vivo*; влияния на клинико-гематологические показатели крыс, овец, свиней, крупного рогатого скота; влияния на полноценность и безвредность молока и мяса крупного рогатого скота.

В работе использованы: парамеции, сталонихии, 110 белых беспородных мышей массой 30 – 35 г, 447 белых крыс линии Вистар массой 150 – 300 г, 30 овец породы прекос массой 25-42 кг, 438 голов молодняка крупного рогатого скота черно-пестрой породы массой 25-75 кг, 250-300 кг, 21922 лактирующих коров черно-пестрой породы массой 380-500 кг, 18294 свиней крупной белой, ландрас и породы СМ-1 массой 12-80 кг.

В экспериментах применены водные растворы азотнокислого цезия и стронция (^{137}Cs , $^{85,90}\text{Sr}$) и ферроцианидные сорбенты: ферроцианидно-бентонитовый сорбент ХЖ-90, ХЖ-90-Sr-ТМ, ферроцин, диоксид марганца.

Ферроцианидно-бентонитовый сорбент радиоизотопов цезия ХЖ-90 смесь калий–железо (III) гексацианоферрата (II) и бентонитовой глины. Тонкодисперсный порошок серого, или серо-синего цвета, нерастворимый в воде и неорганических растворителях. Изготавливается из отходов виноделия, образующихся при осветлении и деметаллизации виноматериалов. В экспериментах использовали четыре образца сорбента, производства ВНИИВВиМ (1991- 2004 гг.) , различных по срокам и условиям хранения сырья и готового продукта.

Полученные результаты сравнивали с сорбционными свойствами ферроцина.

На основании полученных *in vitro* данных для изготовления опытной партии композиционного сорбента ХЖ-90-Sr-ТМ было выбрано соотношение ХЖ-90 и диоксида марганца 10:1.

Определение содержания калия проводили по ГОСТ27753.6-88 с учетом того обстоятельства, что в естественной смеси изотопов калия содержится 0,0119 % радиоактивного изотопа калия-40. На радиометре РУБ-01П6 или гамма-спектрометре определяли радиоактивность калия-40 в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

Определение содержания железа (II) и железа (III) проводили по ГОСТ 27395-87.

Для определения сорбционной способности сорбента по отношению к цезию использовали цезий хлорид ТУ 6-09-4066. Основной раствор с концентрацией цезия 20 мг в 1 см³ готовили по ГОСТ 4212.

Для определения сорбционной активности сорбента по отношению к стронцию использовали стронций нитрат ГОСТ 5429, основной раствор с концентрацией 20 мг стронция в 1 см³ готовили по ГОСТ 4212 на радиометре УМФ-1500 определяли радиоактивность в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора. Эталонный раствор ⁹⁰Sr готовили без добавления сорбента.

За результат определения сорбционной активности принимали среднее арифметическое двух параллельных измерений, допустимое расхождение между которыми не должно превышать 10%.

При определении устойчивости комплекса сорбент-радиоцезий фильтры с сорбентом высушивали в термостате при 37⁰ С, вносили в колбы на 100 см³ и заливали растворами с различной рН - от 4,4 до 9,7. Через 10 суток содержимое колбы фильтровали через фильтр «синяя лента» и радиометрировали фильтрат на радиометре РУБ-01П6 и определяли устойчивость комплекса сорбент-радионуклид.

Для предварительной оценки эффективности сорбции тяжелых металлов (свинец, медь, цинк) сорбентом ХЖ-90-Sr-TM использовали метод *in vitro*. С целью моделирования условий среды желудка и кишечника в эксперименте использовали растворы хлоридов свинца, меди и цинка в 0,1н HCl со значениями рН 2,2; 5,1; 6,8. В работе использовали стандартные образцы состава ионов (ТОО «Картэк», Россия).

Эксперименты проводили путем контактирования навески воздушно-сухого сорбента с рабочими растворами ионов при непрерывном перемешивании в течение 1 часа с последующей выдержкой в течение 24 часов.

Жидкую и твердую фазы разделяли фильтрованием через фильтр «синяя лента». Концентрацию ионов Cu²⁺, Pb²⁺, и Zn²⁺ в жидкой фазе определяли на атомно-абсорбционном спектрометре «Квант-АФА» (ТОО «Картэк», Россия).

Сельскохозяйственным животным сорбент скармливали с разовой порцией комбикорма во время утреннего кормления.

У подсвинков после убоя отбирали пробы мышечной и костной тканей, печени; у телят в течение 30 суток – пробы цельной крови и плазмы для определения в них концентрации меди, свинца и цинка. Пробы органов и тканей после высушивания и обугливания озоляли в муфельной печи при температуре 450⁰ С, зольный остаток растворяли в 6н HNO₃ и отбирали аликвоты для определения концентрации ионов меди, свинца и цинка на атомно-абсорбционном спектрометре «Квант-АФА» (ТОО «Картэк», Россия).

Общетоксические свойства ферроцианидно-бентонитовых сорбентов изучали путем определения острой и хронической токсичности, возможных побочных свойств и отдаленных последствий в соответствии с «Методическими указаниями по определению токсических свойств препаратов, применяемых в ветеринарии и животноводстве», утвержденными ГУВ СССР (1985) и «Методическими рекомендациями по токсико-экологической оценке лекарственных средств,

применяемых в ветеринарии», одобренных секцией отделения ветеринарной медицины РАСХН (1998).

Токсичность клеевых осадков желтой кровяной соли (КОЖКС) – из которой вырабатывают сорбент ХЖ-90, определяли методом экспресс-биотестирования. В качестве биотестов использовали инфузории из отряда равноресничных парамеций (*Paramecium caudatum*), брюхоресничных стилонихий (*Stylonichia mytilis*). Готовили серийные разведения КОЖКС в жидкой питательной среде Лозино-Лозинского: 10 г измельченной навески переносили в стерильную колбу с 100 мл стерильной воды (разведение 1:10). Взвесь тщательно перемешивали, из отстоявшейся надосадочной жидкости готовили последующие десятикратные разведения – 1:100, 1:1000 и т.д. до 1:100000.

Различные разведения растворов среды Лозино-Лозинского вносили в круглодонные лунки серологического планшета по 2,0 мл раствора КОЖКС и по 0,5 мл 3-х суточных культур парамеций или стилонихий по вариантам. В качестве контроля была использована среда Лозино-Лозинского без внесения сорбента, в которую вносили инфузории в таком же количестве. Время экспозиции составлял от 15 мин до 4-х суток.

При определении общей обсемененности КОЖКС микроорганизмами проводили посев исследуемых разведений на МПА и АГВ в чашках Петри. Для изучения видового состава бактерий сначала получали культуры на накопительных жидких питательных средах, которые затем пересеивали на дифференциально-диагностические плотные питательные среды. Условно-патогенные и патогенные бактерии желудочно-кишечного тракта выделяли на дифференциально-элективных средах Эндо, Плоскирева, висмут-сульфитном агаре, кровяном АГВ. Все посеы культивировали в термостате при температуре $37\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ в течение 18-24 час.

Для изучения острой токсичности сорбента ХЖ-90 использовано 6 групп крыс, массой тела 212-265 г, по 10 крыс в каждой. Всем крысам суспензию сорбента вводили внутрь шприцем через металлический зонд по 5 мл на одно введение: 1-й группе – однократно, 2-й – дважды с интервалом 1 час, 3-й – четыре раза, 4-й и 5-й группам соответственно 5-ти и 7-и кратно с тем же интервалом. 6-я группа животных служила контролем.

Исследования хронической токсичности сорбента ХЖ-90 проводили на 60 белых мышах. В течение 2 месяцев, ежедневно животным вводили по 0,3 мл взвеси сорбента в 2,5 % крахмальном геле. Мышам 1-й группы вводили сорбент ХЖ-90 со сроком хранения 3 года, мышам 2-й группы вводили сорбент, хранившийся 13 лет, 3-я группа была контрольной, мышам вводили чистый крахмальным гель. Группам 1.1 и 2.1 давали препарат в концентрации 100 мг/мл, группам 1.2 и 2.2 – в концентрации 200 мг/мл, группам 1.3 и 2.3 – 400 мг/мл. Токсичность препарата оценивали по выживаемости мышей на протяжении эксперимента.

Для изучения хронической токсичности сорбента 40 крыс были разделены по принципу аналогов на 4 группы. Сорбент вводили в объеме 5 мл в сутки через металлический зонд в течение 60 суток. Животным 1-й, 2-й и 3-й групп вводили сорбент с концентрацией 100, 200 и 400 мг/мл, что соответствовало суммарным дозам за весь период исследований 30 000 мг, 60 000 мг и 120 000 мг на одно животное. Крысы 4-й группы получали ежедневно по 5 мл воды и служили контролем.

Для изучения влияния сорбента ХЖ-90 на физиологическое состояние, показатели периферической крови овец использовали животных породы «прекос» массой тела 25-42 кг, разделенных по принципу аналогов на 3 группы. Овцы 1-й группы получали ежедневно в смеси с комбикормом ХЖ-90 в виде 50 % водной суспензии в количестве 25 мл/животное, 2-й - 50 мл/животное и 3-й - 100 мл/животное; овцы четвертой группы сорбент не получали (контрольная группа животных).

Для оценки влияния ХЖ-90 на физиологическое состояние крупного рогатого скота проводили опыты на 9 коровах на 3 месяце лактации и 9 бычках 1.5-2-летнего возраста, разделенных по принципу аналогов на 6 групп, по 3 животных в каждой. Подопытным животным ежедневно (бычкам - в течение 3 месяцев, коровам - 6 месяцев) скармливали ХЖ-90 в суточной дозе 120-130 г/животное. Контрольные группы также состояли из трех животных каждого рода.

Содержание общего азота в образцах и биоматериале экспериментальных животных (мясо и молоко) определяли на автоматическом анализаторе "1030 Авто" системы "Кьельтек 111(фирма "Tecator" Швеция). Содержание белка рассчитывали путем умножения общего азота на коэффициент 6,25.

Химический состав мяса и молока коров, получавших ферроцианидно-бентонитовые сорбенты, проводили в институте питания РАМН по общепринятым методикам (Химический состав пищевых продуктов. кн.3, М. 1987) и по методикам, описанным Bergman I., Lohley (1963), R Sastry C.S.P., Tummiri M.K. (1965), Высоцким В.Г., Мамаевой Е.М. (1979), Мамаевой Е.М. и др., (1990).

Биологическую ценность и усвояемость белков мяса и сухого молока изучали в унифицированном одноуровневом варианте исследований на растущих крысах-самцах Вистар.

Исследование безопасности образцов мяса и молока проводили в длительных экспериментах на молодых крысах-самцах линии Вистар с исходным весом 110-120 г. Продолжительность исследований составляла 90 дней с промежуточным убоем через 1 месяц.

Ветеринарно-санитарные показатели качества продукции животноводства (мяса и молока) исследовали методами ГОСТ- 7269-79, ГОСТ-21237-75, ГОСТ 23392-78, ГОСТ-51478-99 в соответствии с «Правилами ветеринарного осмотра убойных животных и ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и мясных продуктов» (1985).

Эффективность применения сорбента ХЖ-90 оценивали по результатам измерений концентрации ^{137}Cs в траве и молоке спектрометрическим методом на приборе РУБ-01-П6 («Методика экспрессного радиометрического определения по гамма-излучению объёмной и удельной активности радионуклидов цезия в воде, почве, продуктах питания, продукции животноводства и растениеводства», «Методика измерения активности радионуклидов в счётных образцах на сцинтилляционном гамма-спектрометре с использованием программного обеспечения «Прогресс»).

Отбор проб кормов, молока и мяса производили в соответствии с «Методическими рекомендациями по отбору проб объектов ветеринарного надзора» (утверждены зам. Министра Минсельхоза Российской Федерации 30.09.97г.).

Исследование части проб осуществляли в ЦНПВРЛ, ВНИИВВиМ с учетом Методических указаний по методам контроля МУК 2.6.1.717-98 «Ионизирующее излучение, радиационный контроль. Стронций-90 и цезий-137. Пищевые продукты. Отбор проб, анализ и гигиеническая оценка» (утверждены и введены в действие Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 8 октября 1998 г.).

У животных общепринятыми методами изучали общее клиническое состояние, молочную продуктивность, показатели венозной крови и качественную оценку клеток белой крови.

Иммунологические исследования крови включали определение общего содержания лейкоцитов и лейкоформулы белой крови, фагоцитарной активности нейтрофилов с помощью опсонофагоцитарной реакции, бактерицидной и лизоцимной активности сыворотки крови по общепринятым методам.

Микотоксикологические исследования. Для исследования отбирали средние пробы растительных кормов (зерно, комбикорма, сено, солома, сенаж) из рациона крупного рогатого скота, свиней. Микологические исследования проводили в соответствии с «Методическими указаниями по санитарно-микологической оценке и улучшению качества кормов» (М., 1986) по общепринятым методикам путем высева проб на пластинчатый слой среды Чапека в чашках Петри, которые культивировали в термостате при температуре 26°C .

Идентификацию выделенных культур грибов проводили по атласу «Токсинообразующие микроскопические грибы и вызываемые ими заболевания человека и животных» (В.И. Билай, Н.М. Пидопличко, 1970) и «Определителю токсинообразующих микромицетов» (В.И. Билай, 1990). Определение токсичности кормов проводили методом кожной пробы на кроликах и непрямого конкурентного иммуноферментного анализа (ИФА).

Полученные в лабораторных и производственных исследованиях данные послужили основой для разработки рекомендаций по применению ферроцианидно-бентонитовых сорбентов в ветеринарии.

Статистическую обработку цифровых данных проводили на персональном компьютере Pentium с использованием критерия Стьюдента и стандартных прикладных программ Microsoft Excel.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Настоящая работа посвящена изысканию, исследованию, изготовлению, стандартизации, хранению ферроцианидно-бентонитовых сорбентов ХЖ-90, ХЖ-90-Sr-TM.

Нами предпринята попытка оценить возможность применения энтеросорбентов в животноводстве и ветеринарии. Одной из предпосылок поисков в этом направлении явилось наличие среди отходов виноделия больших количеств КОЖКС, проблема утилизации которых до сих пор практически не решена.

Основанием для привлечения внимания к КОЖКС явилось, в первую очередь, присутствие в них в комплексе с бентонитом гексацианогруппы - $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$. Именно эти компоненты отходов могли быть использованы для применения в качестве энтеросорбентов: бентонит – как универсальный сорбент различных экзотоксинов, а железо гексацианоферрат – как селективный сорбент радионуклидов цезия.

3.1. Технология производства сорбентов

На первом этапе проведения работ по подготовке сырья к изготовлению сорбента КОЖКС после сбора высушивали в летнее время под навесом при температуре 15-30⁰С. После того как остаточная влажность сырья достигала 2-5 %, проводили ее размол в тонкодисперсный порошок на промышленных установках типа мелотерки (например, С-909), кормодробильной установки (типа ДКУ-1.0 или ей подобной) или виброшаровой мельницы. Затем следовал этап сортировки образовавшегося порошка с помощью специальных сит с заданным размером ячеек, расфасовка в тару, контроль готового изделия. Конечный продукт с учетом его физико-химических свойств назвали ферроцианидно-бентонитовым сорбентом ХЖ-90 (химия-жизнь).

Более удачным способом изготовления сорбента оказалось использование совместно с ООО «ВТН-Техно» турбулентной сушилки с установленной мощностью 85 квт и производительностью по испаряемой влаге – 50 кг/ч.

Разработанный технологический процесс сушки КОЖКС включил в себя все этапы производства сорбента - сушку, получение порошка с заданным гранулометрическим составом и отгрузку в специальную тару (полиэтиленовые или бумажные мешки). Преимуществом данной технологии

являлось использование меньших производственных площадей, более высокая производительность и сокращение времени на производство сорбента.

Сушилка имеет производительность 500 кг ХЖ-90 за 8 часов (рабочую смену). Ее можно использовать с полной нагрузкой в течение года для обслуживания нескольких винодельческих предприятий.

Производство сорбента ХЖ-90 в ВНИИВВиМ аттестовано рег.№ 204 от 10 июня 1997 г. Препарат сорбент изотопов цезия ХЖ-90 в форме порошка, предназначенный для снижения перехода изотопов цезия из кормов в продукцию животноводства зарегистрирован в Российской Федерации за № ПВР2.06.0287-96 от 16 июня 1997 г. Технические условия утверждены директором ВНИИВВиМ от 16.01.10.1997 г. и согласованы с Заместителем руководителя Департамента ветеринарии Минсельхозпрода России. (ТУ, срок действия с 12 февраля 1997 г. постоянно).

На две партии сорбента по 20 т каждая органом по сертификации (при Всероссийском научно-исследовательском институте контроля, стандартизации и сертификации ветеринарных препаратов – ВГНКИ) выданы сертификаты соответствия № 02106107 от 17.07.97 и № 02874670 от 25.01.1999 г. Сорбент выпускается в двух формах: в виде тонкодисперсного порошка серо-синего цвета (марка А) и гранул неправильной формы (марка Б) в соответствии с Техническими условиями 9301-020-00008064-97.

На базе сорбента ХЖ-90 был создан сорбент ХЖ-90 -Sr-ТМ. Сбор сырья, сушку и помол осуществляли по той же технологии, как и для сорбента ХЖ-90.

Его новая модификация сохранила состав и основные физико-химические свойства сорбента ХЖ-90: насыпную массу, размер гранул, содержание железа (II), железа (III), калия. Для усиления сорбционных свойств сорбента по отношению к изотопам стронция и тяжелым металлам к сорбенту ХЖ-90 был добавлен диоксид марганца твердофазный (ДМТ) – 10% по массе. Этот сорбент, разработан в Институте физической химии РАН.

Наставление по применению и технические условия на сорбент изотопов стронция и тяжелых металлов ХЖ-90-Sr-ТМ (ТУ 9301-033-0049554-00) утверждены директором ВНИИВВиМ от 01.10.2000 г. и согласованы с заместителем руководителя Департамента ветеринарии Минсельхоза России.

Данные, полученные при изучении физико-химических свойств сорбента ХЖ-90 методом лазерного масс-спектрометрического анализа, свидетельствуют о наличии в нем высокого содержания соединений кремния – до 14,0% и алюминия - до 5,4%.

Методики и результаты исследования содержания в сорбенте концентрации двух и трехвалентного железа и калия в последующем были использованы для контроля качества готовой продукции (Таблица 1).

Методом капиллярного электрофореза на приборе «Капель-105» Р52841-2007 установлено, что наибольшее количество в составе органических кислот в КОЖКС занимала винная кислота - 78,7%, затем по убывающей концентрации следовали молочная + уксусная и лимонная кислоты.

Таблица 1 – Требования и нормы, предъявляемые к сорбентам.

Наименование показателя	Норма для ХЖ-90	Норма для ХЖ-90-Sr-ТМ
Внешний вид	Тонкодисперсный порошок серо-синего цвета	Гранулы серо-синего цвета
Насыпная масс, кг/дм ³	0,6-1,2	0,6-1,2
Содержание фракции с размером гранул 1,0-2,0 мм, % не ниже	-	20
Количественное содержание, %		
железа (II)	0,3-5,0	0,3-5,0
железа (III)	0,4-10,0	0,4-10,0
калия	0,1-15,0	0,1-15,0
Сорбционная активность для радиоизотопов, цезия, % не ниже	70	-
стронция, % не ниже	-	45
Сорбционная активность для тяжелых металлов, %		
для меди, не ниже	-	60
для цинка, не ниже	-	25
для свинца, не ниже	-	70

3.2. Острая и хроническая токсичность ферроцианидно-бентонитовых сорбентов

Токсичность готового сорбента ХЖ-90 оценивали на белых беспородных мышах, крысах линии Вистар, бычках и лактирующих коровах черно-пестрой породы.

Результаты исследований клеевых осадков желтой кровяной соли *in vitro* показали их благоприятное воздействие на рост, размножение и активность парамеций и стилонихий. Наиболее оптимальной для жизнедеятельности стилонихий оказалась среда с концентрацией КОЖКС 10^{-2} .

Результаты по изучению микрофлоры КОЖКС показали высокое содержание мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. Выделены бактерии рода *Bacillus subtilis* – *Bac.mesentericus*, *Bac.megaterium*. Эта ассоциация бактерий характерна для почв и субстратов с высокой минерализацией, повышенным содержанием сульфатов, оксидов железа. На висмут-сульфитной среде отмечен рост колоний, имеющих коричневую окраску в центре, поверхность колонии морщинистая; на среде Эндо выделены колонии типичные для рода *E.coli*.

Исследования острой токсичности сорбента ХЖ-90 в экспериментах установлено, что общее клиническое состояние крыс из всех опытных и контрольной групп существенно не изменялось, все животные остались живы.

В хроническом эксперименте на крысах сорбента ХЖ-90 за период исследования (60 суток) существенных различий в общем состоянии и выживаемости контрольных и подопытных животных не наблюдали. Сходные результаты были получены при изучении токсичности сорбента ХЖ-90-Sr -ТМ.

Следовательно, сорбенты ХЖ-90 и ХЖ-90-Sr -ТМ оказались малотоксичными для крыс (как в острых, так и в хронических опытах). Для данной группы веществ не установлены среднесмертельная доза (LD50) и доза, вызывающая появление клинической картины токсикоза, что по ГОСТ 12.1.007-76 «Вредные вещества» позволяет их отнести к 4-му классу опасности (незначительно опасные вещества).

Исследования хронической токсичности ХЖ-90 на сельскохозяйственных животных проведены в колхозе "Родина" Новозыбковского района Брянской области показало, что на протяжении всего эксперимента их общее состояние и габитус были удовлетворительными. Животные охотно поедали корм, прирост живой массы опытных и контрольных групп бычков, а также удои коров практически не различались. Цифровые данные исследования влияния ХЖ-90 на показатели венозной крови и продуктивность крупного рогатого скота приведены в соответствующем разделе. Результаты исследования картины периферической крови и молочной продуктивности коров свидетельствуют о том, что достоверных различий в динамике этих показателей у животных опытных и контрольных групп не отмечено.

3.3. Влияние ферроцианидно-бентонитовых сорбентов на организм и органы животных

Исследования на крысах проводили в ходе опыта по изучению острой и хронической токсичности. Существенных различий в общем состоянии подопытных и контрольных крыс не установлено: все животные имели характерный для здоровых крыс внешний вид, состояние шерстного покрова, видимых слизистых оболочек, отношение к пище, подвижность и частоту дыхания.

Масса тела у всех подопытных крыс имела тенденцию к увеличению, но без достоверных отклонений от исходных значений. Не установлено и закономерностей в изменении количества эритроцитов и тромбоцитов у животных опытных и контрольной групп. Для лейкоцитов отмечена тенденция к увеличению их числа в период с 1-х по 7-е сутки, однако изменения содержания клеток крови были статистически не значимы.

Сорбент ХЖ-90 при введении в желудочно-кишечный тракт крыс в дозах от 2000 до 14000 мг на животное, не оказывал существенного влияния на массу тела и картину периферической крови, все животные выжили.

При ежедневном в течение 60 суток введении препарата в организм крыс в количествах от 30000 до 120000 мг на животное нарушений физиологического состояния крыс не возникало. Количество эритроцитов и тромбоцитов у животных различных групп изменялось одинаково и существенно не отличалось от показателей нормы. К 10-м суткам у животных опытных групп недостоверно увеличилось количество лейкоцитов и лимфоцитов. В целом показатели венозной крови в период исследования колебались без достоверного отличия от показателей контрольной группы.

Результаты изучения клеточного состава венозной крови овец, получавших сорбент ХЖ-90, представлены в табл. 2.

Наблюдение за животными показало, что общее клиническое состояние овец не отличалось от нормы, о чем свидетельствует картина венозной крови, представленная в табл. 2.

Таблица 2 - Гематологические показатели венозной крови овец, получавших ХЖ-90 (M±m; n=12)

Группа	Доза ХЖ-90 г/животное	Сроки исследования, сутки			
		До начала опыта	8	15	28
Лейкоциты, тыс/мкл					
1	25	5,25±0,92	5,8±0,28	7,0±1,70	5,0±0,78
2	50	6,05±0,35	6,05±0,35	5,55±0,64	-
3	100	4,37±0,81	5,9±1,57	7,47±1,92	6,45±3,46
4		6,4±2,3	6,65±1,06	8,6±3,68	4,5±1,4
Эритроциты, млн/мкл					
1	25	8,26±1,59	8,22±0,28	9,40±1,62	10,45±1,39
2	50	7,18±1,52	9,53±0,74	7,43±0,17	-
3	100	8,17±1,35	8,95±1,43	10,11±1,80	10,35±7,25
4		7,25±0,14	10,00±1,20	8,69±0,74	11,10±0,83
Гемоглобин, г%					
1	25	9,40±0,85	9,20±0,28	8,10±0,42	8,20±0,47
2	50	9,00±1,10	10,10±0,14	9,0±0,28	-
3	100	13,20±2,20	10,67±1,67	10,40±1,40	11,50±1,56
4		9,30±0,14	11,80±1,13	12,00±1,70	11,20±0,94

Изучение влияния ХЖ-90 на физиологическое состояние бычков (2 группы по 3 бычка в каждой) показало, что на протяжении всего эксперимента общее состояние и габитус бычков были удовлетворительными, достоверных различий в динамике показателей крови опытных и контрольных животных не отмечено.

Влияние ХЖ-90 на физиологическое состояние коров (2 группы по 3 коровы в каждой), получавших сорбент в течение 6 месяцев, определяли по

общему состоянию, картине венозной крови и показателям естественной иммунологической реактивности животных.

Достоверных различий в динамике показателей крови опытных и контрольных животных не отмечено. Опытами установлено, что ежедневное, в течение 30 суток введение ХЖ-90 в рацион существенных изменений общего клинического состояния и молочной продуктивности коров не вызывало. Масса тела, аппетит, подвижность, внешний вид, состояние шерстного покрова, видимых слизистых оболочек, частота дыхания, сердцебиения, руминации находились в пределах физиологической нормы у всех опытных животных. Средние суточные удои у коров опытных и контрольных групп колебались от 6 до 8 л. Ветеринарно-санитарные показатели молока опытных и контрольных коров (жир, СОМО, плотность) были на уровне здоровых животных. Существенных различий между группами выявлено не было.

Показатели, характеризующие состояние гуморального и клеточного иммунитета коров, получавших сорбент ХЖ-90, достоверно не отличались от контрольных животных.

Состав венозной крови, гуморальные показатели иммунного статуса (IgG, М, активность комплемента и лизоцима сыворотки крови) коров из всех групп находился в пределах нормы.

Сорбент ХЖ-90 при скармливании крупному рогатому скоту в удвоенной терапевтической дозе (65 г/животное в сутки) в течение 6 месяцев не оказывал негативного влияния на общее клиническое состояние животных, картину венозной крови (эритроциты, лейкоциты, тромбоциты, лимфоциты, нейтрофилы, эозинофилы, моноциты) и показатели естественного иммунитета (фагоцитарная активность, фагоцитарное число, содержание в крови Т-, В-лимфоцитов, бактерицидность и лизоцимная активность сыворотки крови).

Следовательно, сорбент ХЖ-90 не обладал неблагоприятным влиянием на общее клиническое состояние, картину крови гуморальные факторы естественной резистентности, ветеринарно-санитарные показатели молока.

3.4. Влияние ферроцианидсодержащих сорбентов на ветеринарно-санитарные качества продукции (молока и мяса)

Для изучения пищевой ценности мяса (6 голов) и молока коров (6 голов), не получавших (контрольные образцы) и получавших (6 голов) с кормом ферроцинсодержащие препараты (ферроцин-2 и ХЖ-90) образцы мяса были представлены в виде крупнокускового полуфабриката, а образцы молока - в виде порошка сухого молока.

Установлено, что при добавлении в корм животных ферроцина-2 и ХЖ-90 в течение месяца, опытные образцы по содержанию белка практически не отличались от контрольных и соответствовали усредненным данным справочной литературы.

Отмечено значительное снижение содержания общего жира во всех образцах говядины, особенно в контрольных образцах, которые по этому

показателю соответствовали чистой мышечной ткани. Однако, этот показатель не является критерием качества данного вида пищевого продукта, т.к. различия в его величине могут быть обусловлены многими факторами (возраст и порода животных, условия откорма и содержания и др.). Это подтверждается результатами анализа фракционного состава липидов изученных образцов, которые находились в пределах обычных величин для данной группы продуктов.

Содержание свободных жирных кислот, которое характеризует условия и сроки хранения мяса, указывает на их хорошую сохранность. При этом обращает на себя внимание выявленная тенденция: чем меньше жира в образце, тем больше относительное содержание в липидах фракции полярных липидов и стеариновой кислоты (18:0).

По содержанию витаминов группы В (тиамин и рибофлавин), золы, макро- и микроэлементов не отмечено значимых различий между опытными и контрольными образцами и они оказались сопоставимыми с литературными данными. Микроэлементы, содержание которых в мясе регламентируется в настоящее время нормативными документами (цинк, медь, свинец, кадмий), находились в количествах ниже предельно допустимых концентраций.

Содержание триптофана и оксипролина в исследованных образцах мяса как контрольных, так и опытных животных, в целом соответствовало литературным данным. В то же время, при сравнительном анализе отмечалась некоторая тенденция в сторону снижения отношения триптофан/оксипролин в опытных образцах мяса по сравнению с контролем. Наиболее высокое содержание, оксипролина и сниженное содержание триптофана отмечено в образцах мяса коров, получавших с кормом добавку ХЖ-90. Таким образом, во всех опытных образцах мяса отношение триптофан/оксипролин было ниже, чем в контрольном образце, что может свидетельствовать о некотором перераспределении фракционного состава белков мяса в сторону увеличения доли белков соединительной ткани в образцах мяса животных, получавших ферроцинсодержащие препараты. По-видимому, основное влияние на это перераспределение оказывает сам носитель ферроцина, так как при практически одинаковом содержании триптофана в образцах мяса, отмечена незначительная тенденция к увеличению содержания оксипролина в образцах мяса животных, получавших ферроцин-2, и значительное, по сравнению с контрольными образцами, увеличение содержания оксипролина (в 2,1 раза) в образцах мяса животных, получавших с кормом сорбент ХЖ-90. Именно в этом образце отмечено и наиболее низкое содержание триптофана.

При изучении химического состава мяса коров, получавших с кормом ферроцин-2 и ХЖ-90 в течение 3-х месяцев, установлено, что по содержанию белка исследуемые объекты практически соответствовали усредненным данным, приводимым в справочной литературе.

Содержанием липидов в мясе, полярных липидов и стеаринов в жире во всех изученных образцах также соответствовало усредненным литературным

данным. Содержание жирных кислот указывает на протекание в мясе гидролитических процессов и объясняется длительным хранением мяса. Состав жирных кислот в целом соответствует литературным данным. Существенных различий в липидном составе между контрольным образцом и образцами мяса животных, получавших ХЖ-90 и ферроцин-2, не обнаружено.

Содержание витаминов, золы, макро- и микроэлементов существенным образом не отличается между изученными образцами мяса. Микроэлементы, содержание которых в мясе в настоящее время регламентируется нормативными документами (свинец, кадмий, цинк и медь), находились в количествах ниже ПДК.

Представленные образцы по содержанию белка оказались близкими к сухому обезжиренному молоку. Уровни витаминов, золы, макро- и микроэлементов были близки к литературным данным. При этом, оценивая содержание токсичных металлов, следует принять во внимание, что в нормативных документах указаны значения в пересчете на исходное сырье (сырое молоко). Учитывая, что по содержанию белка и золы разница между цельным коровьим молоком и представленными высушенными образцами, оказалась ниже примерно в 10 раз, можно с достаточным основанием предположить, что и уровни нормируемых минеральных веществ окажутся ниже определенных на эту же величину. Этот расчет свидетельствует о том, что в исходном цельном молоке содержание нормируемых микроэлементов не будет превышать установленных пределов.

Состав исследованных молочных жиров в целом соответствует литературным данным. Низкое содержание в липидах фракции свободных жирных кислот указывает на хорошую сохранность образцов молочной продукции. Не выявлено значимых различий в составе липидов опытных и контрольных образцов молочного жира.

Результаты взвешивания внутренних органов крыс, потреблявших с кормом мясо и молоко коров, которым вводили ферроцин-2 и ХЖ-90 свидетельствуют о практическом отсутствии различий массы внутренних органов, полученных у крыс опытных групп по сравнению с контрольными группами.

Исследование биологической ценности и усвояемости образцов мяса и молока также свидетельствуют об отсутствии достоверных изменений по всем показателям биологической ценности белков опытных образцов мяса и молока от соответствующих контрольных значений. В то же время следует отметить достоверное увеличение на 32-35% интенсивности роста крыс, потреблявших рационы с мясом по сравнению с казеиновой группой. Это связано с лучшей аминокислотной сбалансированностью белков мяса по сравнению с таковыми молока. Расчет показателей истинной усвояемости белков всех образцов мяса, также выявил их достоверное увеличение по сравнению с казеином. По-видимому, это обусловлено нативностью белков мяса, что и сказалось на его усвояемости.

Полученные результаты по изучению пищевой ценности мяса и молока коров, в корм которых вводили сорбенты ферроцин-2 и ХЖ-90, позволяет заключить, что использование этих сорбентов в качестве добавки к рациону коров в выбранных дозах, по данным настоящих исследований не оказало существенного влияния на пищевую ценность мяса и молока, характеризуемую их основным химическим составом (содержание белка, жира, витаминов, минеральных элементов, фракционного состава, жира и жирнокислотного состава). В то же время отмечено некоторое снижение содержания триптофана и увеличение содержания оксипролина в образцах мяса животных, получавших с кормом сорбент ХЖ-90 для сравнения с контрольными образцами, что может свидетельствовать о некотором перераспределении фракционного состава белков мяса в сторону увеличения доли соединительнотканым белков в этом образце. При изучении биологической ценности белков мяса опытных образцов выявлено некоторое снижение показателей, характеризующих их биологическую ценность. При этом усвояемость белков мяса по сравнению с контрольными образцами не изменялась. Не было выявлено и различий при изучении биологической ценности и усвояемости белков молока между контрольными и опытными образцами.

4. Фармакологические свойства сорбентов ХЖ-90 и ХЖ-90-Sr-TM

4.1. Сорбционная активность ферроцианидно-бентонитового сорбента ХЖ-90

4.1.1. Сорбция радионуклидов цезия

Сорбционную активность ХЖ-90 изучали *in vitro* и *in vivo*, как правило, по сравнению с активностью селективного сорбента цезия — ферроцина и селективного сорбента стронция – диоксида марганца.

Сорбция ^{137}Cs сорбентом ХЖ-90 и ферроцином *in vitro* была сходной и имела тенденцию к повышению с увеличением времени реакции от 4-х до 24-х часов. Существенных различий между показателями сорбции изотопа в течение 24 и 48 ч не установлено.

Образцы сорбента ХЖ-90, которые хранились в виде высушенного материала в течение 1-12 лет, по сорбционной активности существенно не различались. На связывание ^{137}Cs существенно не влияли и сроки хранения (до 12 лет) готовой продукции.

Сорбционная активность была минимальной при введении в реакционную смесь 10 мг сорбента ($56,7 \pm 0,9\%$) и достоверно возрастала при увеличении количества от 50 до 250 мг сорбента (от $78,4 \pm 0,4$ до $93,6 \pm 0,3$). Ферроцин в равных количествах с сорбентом ХЖ-90 проявлял существенно большее связывание изотопа: $84,2 \pm 1,9\%$ при 10 мг, $93,9 \pm 2,3\%$ при 50 мг, $96,4 \pm 1,6\%$ при 100 мг и $97,8 \pm 0,8\%$ при 250 мг.

В условиях *in vitro* при pH от 2 до 8,6 из комплексов сорбент ХЖ-90 + радиоцезий изотоп практически не десорбировался. Это указывает на их высокую устойчивость к воздействию кислой и щелочной среды.

Введение крысам сорбента приводило к снижению перехода ^{137}Cs в органы и ткани в среднем на 73-80% по отношению к контролю. Зависимость от дозы сорбента (0,5–0,75-1,0 г/животное) проявлялась тенденцией к повышению сорбции с увеличением количества вводимого в организм сорбента. Однако достоверных различий в этой динамике не обнаружено.

При ежедневном скармливании овцам сорбента ХЖ-90 в суточных дозах 12,5-50 г/животное концентрация изотопов цезия в органах и тканях овец, убитых через 2 и 4 недели от начала опытов, снижалась на 50-95 % по сравнению с контролем.

При тех же условиях эксперимента эффективность ферроцина в опытах на овцах составляла 99,1-99,3%. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что ХЖ-90 в суточной дозе 50 г/животное практически не уступает по своей эффективности ферроцину в суточной дозе 2 г/животное.

Под влиянием сорбента в суточной дозе 30 г переход изотопа из кормов в молоко коров снизился в 3,8 раз по сравнению с первоначальной. В последующем производственные испытания сорбента проводили с применением дозы, рекомендованной наставлением по его применению – 30 г на животное в сутки.

4.1.2. Сорбция радионуклидов стронция

Сорбционные свойства ферроцианидно-бентонитового сорбента ХЖ-90 по отношению к ^{85}Sr изучали в сравнении с селективным сорбентом стронция - диоксидом марганца. Оба сорбента применяли в количестве 250 мг/проба.

На сорбционную активность сорбентов оказывало влияние содержание в пробе радионуклидов (табл. 3).

Сорбционная активность ферроцианидно-бентонитового сорбента ХЖ-90 и диоксида марганца по отношению к ^{85}Sr с увеличением количества изотопа в растворе снижалась как у сорбента ХЖ-90, так и у диоксида марганца. При этом диоксид марганца имел по сравнению с ферроцианидно-бентонитовым сорбентом ХЖ-90 достоверно повышенную сорбционную активность при введении в раствор 880 и 8800 Бк ^{85}Sr .

В экспериментах на крысах установлено, что введение сорбентов ХЖ-90 и диоксида марганца снижало переход ^{90}Sr из желудочно-кишечного тракта в скелет крыс. При введении ферроцианидно-бентонитового сорбента ХЖ-90 и диоксида марганца в дозе 20 мг отложение изотопа в костной ткани было примерно одинаковым. Эффективность диоксида марганца после использования дозы 40 мг и 80 мг соответственно в 2,5 и 1,3 раз выше, чем при таких же дозах ферроцианидно-бентонитового сорбента ХЖ-90.

Таблица 3 - Сорбционная активность ферроцианидно-бентонитового сорбента ХЖ-90 при различном содержании ^{85}Sr в растворе

Сорбент	Содержание радионуклида в растворе, Бк/проба	Сорбционная активность, %
ХЖ-90	8,8	58,7±3,4
	88	34,7±2,7
	880	30,9±3,8
	8800	26,9±1,8
Диоксид марганца	8,8	97,3±0,3
	88	67,3±4,4
	880	45,6±3,8
	8800	39,7±2,9

4.2. Сорбционная активность ферроцианидно-бентонитового сорбента ХЖ-90-Sr-ТМ

4.2.1. Сорбция радионуклидов стронция

Результаты изучения влияния сроков хранения ферроцианидно-бентонитового сорбента ХЖ-90-Sr-ТМ на эффективность в опытах *in vitro* показали, что колебания сорбционной активности сорбентов, изготовленных за 4 и 1 год до начала исследований, были незначительными. Поскольку достоверных различий между этими показателями не выявлено, можно заключить, что хранение сорбентов в течение 4 лет не влияет на их сорбционные свойства.

Перорально введенный крысам ^{90}Sr больше всего накапливался в костной ткани и в меньшей степени – в селезенке, мышечной ткани и печени. Под влиянием сорбентов, изготовленных за 4 и 1 год до исследования, накопление радионуклида по сравнению с контролем снижалось: в костной ткани на 49,7 и 41,8, в мышечной ткани на 48,5 и 63,8, в печени – на 59,3 и 75% соответственно. Эффект сорбции выражен достоверно.

Введение в рацион бычков ферроцианидно-бентонитового сорбента ХЖ-90-Sr-ТМ вызывало достоверное, по отношению к контролю, снижение содержания ^{90}Sr в костной ткани в 6,7, в мышечной ткани – в 3, в печени – в 1,7 и в селезенке – в 7 раз.

4.2.2. Сорбция тяжелых металлов

Сорбционные свойства сорбента ХЖ-90-Sr –ТМ применительно к тяжелым металлам изучали *in vitro* при различных значениях рН среды.

Сорбция ионов тяжелых металлов зависела от рН среды: чем выше рН среды, тем больше эффективность абсорбции. В пределах рН=2,2 – 6,8 для ионов меди и свинца различия между группами достоверны при уровне значимости $P \leq 0,01$. Ионы цинка в кислой среде ХЖ-90-Sr -ТМ не сорбируются. Однако, в

слабокислой и нейтральной средах сорбция данных металлов протекает эффективно и различия между группами достоверны при уровне значимости $P \leq 0,01$. Эффективность сорбции для данных ионов при рН в пределах 2,2 – 6,8 составляет: Cu^{2+} - 39 – 77%; Pb^{2+} - 78 – 95%; Zn^{2+} - 29 – 30%.

Таким образом, исследования *in vitro* выявили эффективность применения сорбента ХЖ-90-Sr -ТМ для сорбции тяжелых металлов в пределах рН =2,2 – 6,8.

4.3. Сорбционная активность ферроцианидно-бентонитовых сорбентов ХЖ-90 и ХЖ-90-Sr -ТМ в отношении микотоксинов

Сорбционные свойства сорбентов ХЖ-90 и ХЖ-90-Sr-ТМ в отношении микотоксинов на первом этапе изучали *in vitro* с использованием методики, описанной В.С.Крюковым и др. (1992). Опыты проводили в 3-х повторностях (рис.2).

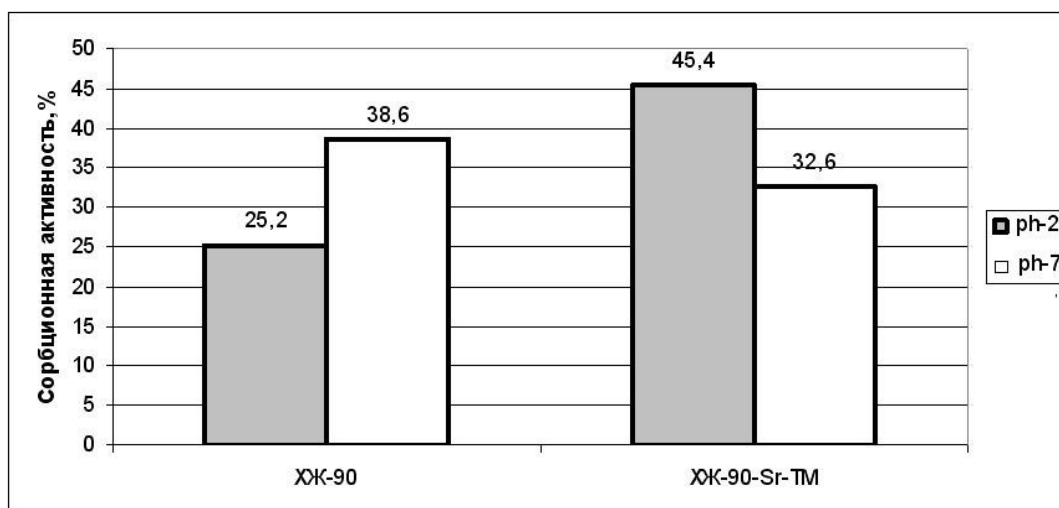


Рис .2. Адсорбция Т-2 токсина ферроцианидно-бентонитовыми сорбентами

Как видно из рис.2, ферроцианидно-бентонитовые сорбенты ХЖ-90 и ХЖ-90-Sr-ТМ обладали сорбционными свойствами в отношении Т-2 токсина. *In vitro* связывание Т-2 токсина сорбентом ХЖ-90 было минимальной в кислой среде (25,2%) и повышалась в щелочной (38,6%). Сорбент ХЖ-90-Sr-ТМ характеризовался более высокой сорбцией Т-2 токсина в кислой (45,4%) пониженной - в щелочной среде (31,8%).

Данные о влиянии сорбентов на выживаемость мышей (5 групп по 10 мышей в каждой) , подвергнутых воздействию смертельной дозы Т-2 токсина представлены в табл.4.

Таблица 4 - Выживаемость мышей при остром Т-2 токсикозе на фоне введения ферроцианидно-бентонитовых сорбентов ($M \pm m$; $n=50$)

Условия опыта	Количество животных		Срок гибели, сутки	Средняя продолжительность жизни, сутки
	Всего	погибло		
Т-2 токсин	10	7	2-4	$2,8 \pm 0,3$
Т-2 токсин + ХЖ-90	10	4	4-7	$5,2 \pm 0,8$
ХЖ-90	10	0	0	30 (срок наблюдений)
Т-2 токсин + ХЖ-90-Sr-ТМ	10	3	4-8	$5,7 \pm 0,8$
ХЖ-90-Sr-ТМ	10	0	0	30 (срок наблюдений)

Материалы табл.4 свидетельствуют о том, что острый Т-2 токсикоз у мышей характеризовался 70% смертностью со средней продолжительностью жизни животных $2,8 \pm 0,3$ суток. Применение сорбентов снижало смертельные исходы и увеличивало продолжительность жизни животных: при введении ХЖ-90 до 40% и $5,2 \pm 0,8$ суток, и при введении ХЖ-90-Sr-ТМ - до 30% и $5,7 \pm 0,8$ суток соответственно.

Острый Т-2 токсикоз у крыс (5 групп по 6 крыс в каждой) при введении 5 мг/кг токсина проявлялся гибелью всех взятых в опыт животных в течение первых 3-х суток со средней продолжительностью жизни $18,5 \pm 1,2$ час (табл.5). Сорбенты увеличивали продолжительность жизни крыс: ХЖ-90 – до $35,7 \pm 9,5$ и ХЖ-90-Sr-ТМ - до $49,7 \pm 8,3$ час.

Таблица 5 - Выживаемость крыс при остром Т-2 токсикозе на фоне введения ферроцианидно-бентонитовых сорбентов ($M \pm m$; $n=30$)

Условия опыта	Количество животных		Срок гибели, час	Средняя продолжительность жизни, час
	Всего	погибло		
Т-2 токсин	6	6	7-24	$18,5 \pm 1,2$
Т-2 токсин + ХЖ-90	6	6	10-64	$35,7 \pm 9,5$
ХЖ-90	6	0	0	72 (срок наблюдений)
Т-2 токсин + ХЖ-90-Sr-ТМ	6	6	25-72	$49,7 \pm 8,3$
ХЖ-90-Sr-ТМ	6	0	0	72 (срок наблюдений)

Проведенными исследованиями установлено, что сорбенты ХЖ-90 и ХЖ-90-Sr-TM обладают сорбционными свойствами в отношении Т-2 токсина. Положительное влияние ферроцианидсодержащих сорбентов на течение острого Т-2 токсикоза проявляется повышением выживаемости (мышей) и увеличением продолжительности жизни (мышей и крыс).

Сорбционные свойства ХЖ-90 исследованы при экспериментальном ассоциативном микотоксикозе крыс линии Вистар массой 160-200 г, разделенных на 4 группы по 8 голов в каждой. Животные 1-й группы получали чистый корм и служили контролем. Крысы 2-й группы получали корм с добавлением смеси микотоксинов (охратоксин А, ДОН, фумонизин В, зеараленон) и 0,5% сорбента ХЖ-90 (5 г на 1 кг корма). В корм 3-й группы крыс добавляли смесь микотоксинов и 1% ХЖ-90 (10 г на 1 кг корма). Животные 4-й группы получали корм с микотоксинами, но без сорбента. Смесь микотоксинов добавляли в корм из расчета 5 мг на 1 кг корма ежедневно в течение 30 суток.

Установлено, что сорбент ХЖ-90 существенно снижал функциональные и морфологические проявления патологического процесса у крыс, вызванного микотоксинами - охратоксин А, ДОН, фумонизин В, зеараленон.

Хроническое течение ассоциативного микотоксикоза у крыс при введении 5 мг токсинов на 1 кг корма проявлялось гибелью трех из восьми взятых в опыт животных в течение 30 дней со средней продолжительностью жизни 20 дней. Сорбент ХЖ-90 в концентрации 0,5% и 1% в корме предотвращал смертельные исходы, повышал прирост массы тела. Сорбент повышал показатели естественной иммунологической резистентности, что выражалось увеличением процентного числа нейтрофилов в лейкоформуле (табл. 6).

Таблица 6 - Влияние сорбента ХЖ-90 на лейкоцитарную формулу крови крыс ($M \pm m$; $n=32$)

Группа	Нейтрофилы			Эозино- филы	Моно- циты	Лимфо- циты
	юные	палочко- ядерные	сегменто- ядерные			
1 Контроль	0,0	1,5±0,22*	30,6±2,48*	4,2±0,49	3,4±0,5	58,3±2,03
2 Токсины +0,5% ХЖ-90	0,0	0,2±0,17 ^x	27,7±1,61*	3,6±0,87	3,5±0,56	65,0±2,08
3 Токсины +1% ХЖ-90	0,0	0,5±0,22 ^x	34,8±1,68*	2,7±0,42	4,5±0,4	57,52±2,14
4 Токсины	0,0	0,5±0,22 ^x	13,7±1,26 ^x	3,2±0,54	2,9±0,65	79,7±1,08 ^x

*1,2,3 группы по сравнению с 4-й группой, $p < 0,001$

Под влиянием сорбента повышался уровень бактерицидной и лизоцимной активности сыворотки крови.

Полученные на лабораторных животных данные свидетельствуют о том, что применение ферроцианидно-бентонитовых сорбентов ХЖ-90 и ХЖ-90-Sr-TM сглаживало и замедляло проявление клинических и морфологических признаков острого Т-2 токсикоза и ассоциативного микотоксикоза (охратоксин А, ДОН, фумонизин В, зеараленон), способствовало нормализации гематологических показателей, повышению бактерицидной и лизоцимной активности сыворотки крови, прироста массы тела и повышало выживаемость животных.

5. Эффективность применения ферроцианидсодержащих сорбентов ХЖ-90 и ХЖ-90-Sr-TM при загрязнении кормов ксенобиотиками

5.1. Применение сорбента ХЖ-90 при загрязнении кормов радионуклидами ^{137}Cs

По материалам результатов исследований сорбента ХЖ-90 в животноводческих хозяйствах Российской Федерации, Республиках Беларусь и Украина можно сделать следующее обобщение. При всех испытанных суточных количествах сорбента от 5 до 60 г, которые были введены с рационом в течение 2-3-х недель, выявлена его способность снижать переход ^{137}Cs из травы в молоко. Судя по кратности снижения перехода радионуклида в молоко эта способность едва заметна при дозе 5 г (максимум 1,3), более выражена при дозе 10 г (максимум 1,6) и дозе 20 г (максимум 2,1) и наиболее устойчива при дозах 30 г (максимум 3,8) и 60 г (максимум 3,4). В течение времени от начала введения в рацион эффективность сорбента увеличивалась, и достигала максимума к 21-30-м суткам от начала применения. Эффективность применения сорбента в одинаковых суточных дозах не зависела от формы ведения животноводства и была однотипной в частном и коллективном хозяйствах. Сорбент ХЖ-90 по своей эффективности существенно не уступает применяющимся в Российской Федерации, Республиках Беларусь и Украина ферроцину и соли Нигровича и может быть использован для производства нормативно чистого молока в общественном и частном секторе в зоне радиоактивного загрязнения.

5.2. Применение сорбента ХЖ-90 при загрязнении кормов радионуклидами ^{90}Sr .

Сорбция радионуклидов стронция в организме овец

Опыты проведены на 9 взрослых овцах породы Прекос массой тела 26-29 кг, которые были разделены на 3 группы. Животные ежедневно во время утреннего кормления получали с рационом ^{90}Sr в суточной дозе 75,3 кБк /кг (первые 12 дней) и 188,3 кБк /кг (последующие 15 дней). Овцы 1-й группы получали в суточной дозе сорбент ХЖ-90 - 50 г/животное; 2-й группы –

диоксид марганца - 5 г/животное; 3-й группы – рацион без сорбентов. Через 25 суток у овец была отобрана венозная крови для измерения в ней концентрации ^{90}Sr .

Исследованиями установлено, что через 25 суток концентрация ^{90}Sr в крови овец получавших ХЖ-90 составила 800 ± 100 Бк /л, диоксид марганца - 520 ± 90 Бк /л, в контроле - 1270 ± 30 Бк /л. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что скармливание сорбентов ХЖ-90 и диоксида марганца снижают кишечную абсорбцию ^{90}Sr по отношению к контролю в 2,1 и 2,4 раза соответственно.

5.3. Применение сорбента ХЖ-90 при диарее у свиней

В производственных условиях МУП «Прогресс» г. Краснодара для улучшения состояния 4-месячных свиней с симптомами диареи в рацион животных включили премикс П-51-1 с минеральным наполнителем, в состав которого дополнительно был введен ферроцианидно-бентонитовый сорбент ХЖ-90 (25% в составе премикса). Перед тем, как использовать сорбент ХЖ-90 в составе премикса П-51-1, на 17-тысячном поголовье комплекса по откорму свиней, характеризующий сравнительную эффективность с премиксом П-51-1, был поставлен опыт. В опыте использовали 40 поросят 3,5-4 месячного возраста. Эти животные (20 голов) составили подопытную группу. Контролем для них служили 20 поросят, которые получали только один премикс. Результаты исследований приведены в табл. 7. Исследованиями установлено, что в течение одного месяца у подопытных животных, получавших сорбент в составе премикса, признаков расстройства пищеварения не было, животные активно поедали корм.

Таблица 7 - Влияние ХЖ-90 на течение диареи и прирост живой массы свиней ($M\pm m$; $n=40$)

№ группы	Условия применения сорбента	Срок введения, сутки	Кол-во животных	Кол-во свиней с признаками диареи, %		Суточный прирост массы тела, г
				Всего	%	
1 опыт	Сорбент 25% в составе премикса	30	20	нет	нет	$650\pm 6,1$
2 Контроль	Премикс П-51-1	30	20	11	55	$490\pm 5,4$

Средний суточный прирост массы тела составил $650\pm 6,1$ г. В контрольной группе в течение месяца у 11 животных отмечены симптомы диареи. Средний суточный привес поросят в этой группе составил $490\pm 5,4$ г.

Следовательно, сорбент ХЖ-90, добавленный к премиксу в количестве 25% обладал сорбционными свойствами по отношению к токсическим продуктам, содержащимся в недоброкачественном корме, и приводил к повышению прироста массы животного.

Во 2-ий серии производственного эксперимента вследствие включения в рацион недоброкачественного корма, пораженного патогенной микрофлорой у поросят развились острые диспепсические расстройства, сопровождавшиеся повышенной смертностью. В корме обнаружены возбудители псевдомоноза и *Cl. Perfringens*. Из патологического материала (внутренних органов) были выделены возбудители псевдомоноза, отечной болезни, колибактериоза, стафилококкоза, стрептококкоза. Примененные для лечения препараты нифулин и сорбент ХЖ-90 оказали лечебно-профилактическое действие и снизили смертность животных. Наиболее эффективным средством оказался сорбент ХЖ-90, который профилактировал заболевание.

5.4. Применение сорбента ХЖ-90 животным при отравлении кормами пораженными микотоксинами

На ОАО «Агрокомплексе Кунгурский» Пермской области проведены производственные испытания сравнительной эффективности ферроцианидно-бентонитового сорбента ХЖ-90, цеолита и фунгистата с целью профилактики микотоксикозов (в кормах выделили Т-2 токсин в 3,4 раза превышающий ПДК, фумонизин в 2,15, афлатоксин в 4 раза) и определения детоксицирующей эффективности различных групп сорбентов в условиях комплекса по откорму телят 1-3 месячного возраста.

Применение сорбента ХЖ-90 и цеолита в концентрации 1%, фунгистата в концентрации 0,05% по массе к концентрированным кормам для связывания и выведения микотоксинов в течение 19 дней опыта улучшало общее состояние животных и повышало их мясную продуктивность по отношению к контролю на 40,17%, 43,19 % и 88,76% соответственно (табл.8).

Таблица 8 - Влияние сорбентов на прирост массы тела молодняка крупного рогатого скота при микотоксикозах ($M \pm m$; $n=60$)

Группы животных и название препарата	К-во ж-х	Средний суточный прирост массы тела, г	
		за 19 дней опыта	за 29 дней опыта
1 - Препарат ХЖ-90	15	649±14,3	867±15,1
2 - Препарат Цеолит	15	663±12,7	820±14,8
3 - Препарат Фунгистат	15	874±15,1	425±12,9
4 - Контроль	15	463±11,3	260±18,1

Более длительное применение препаратов привело к повышению прироста массы тела по отношению к контролю.

Установлено, что для длительного применения на откормочных животных в условиях ОАО «Агрокомплекс Кунгурский» наиболее пригодны сорбент ХЖ-90 и цеолит для профилактики микотоксикозов.

Механизмы фармакологического действия ферроцианидно-бентонитового сорбента ХЖ-90 связаны со способностью сорбировать радионуклиды, тяжелые металлы, различные микроорганизмы, микотоксины. В этом отношении они сходны с другими энтеросорбентами природного происхождения, фармакологические свойства которых многими авторами изучены при воздействии на организм лабораторных и сельскохозяйственных животных экзотоксинами химической и органической природы.

5.5. Применение сорбента ХЖ-90-Sr-ТМ при загрязнении кормов ^{90}Sr

Исследования на 8 лактирующих коровах проведены в Добружском районе Гомельской области Республики Беларусь с суточным удоем 7,2-8,9 л разделенных на 2 аналогичные группы – подопытную и контрольную. Поступление ^{90}Sr с рационом составляло 1,5-3,2 кБк/сутки. Подопытным животным ежедневно в течение 20 дней с комбикормом скармливали сорбент ХЖ-90-Sr-ТМ в суточной дозе 10 г/голову. Результаты определения концентрации ^{90}Sr радиохимическим методом приведены в табл. 9.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что эффект применения сорбента начал проявляться с 10-15 суток от начала его скармливания животных и достиг наибольшего значения к 20-м суткам.

Таблица 9 - Концентрация ^{90}Sr в молоке коров после применения ферроцианидно-бентонитового сорбента ХЖ-90-Sr-ТМ, Бк/кг ($M \pm m$; $n=8$)

Группа	Срок исследования, сутки				
	До применения сорбентов	5	10	15	20
Подопытная	4,1±0,1	2,7±0,4	2,6±0,2	2,5±0,2	2,4±0,4
Контроль-ная	3,8±0,7	2,7±0,40	2,8±0,4	3,1±0,4	3,5±0,3

Результаты исследования на 10 лактирующих коровах, принадлежащих СПК «Майский» Клинецкого района Брянской области (1- группа подопытные, 2-я- контрольные) свидетельствуют о том, что эффект применения сорбента в суточной дозе 30 г/голову начал проявляться с 15-х суток от начала его скармливания животных и достиг наибольшего значения к 30-м суткам (табл.10).

Таблица 10 – Влияние сорбента ХЖ-90-Sr-ТМ на концентрацию ^{90}Sr в молоке коров, Бк/кг ($M \pm m$; $n=10$)

Группа (n-10)	Срок исследования, сутки		
	До введения сорбента	15	30
1 опытн.	1,42±0,82	1,17±0,67	0,84±0,51
2 контр.	1,37±1,02	1,52±1,16	1,43±1,14

5.6. Применение сорбента ХЖ-90-Sr-ТМ при загрязнении кормов тяжелыми металлами

Результаты исследований по сорбции тяжелых металлов сорбентом ХЖ-90-Sr - ТМ показали, что применение сорбента для сорбции тяжелых металлов в желудочно-кишечном тракте подсвинков вызывало достоверное снижение концентрации меди в мышцах, печени и костной ткани, свинца и цинка – в печени и костной ткани ($P \leq 0,05$).

Скармливание телятам с комбикормом сорбента ХЖ-90-Sr -ТМ в количестве 60 г/гол достоверно снижало концентрацию ионов цинка в цельной крови и плазме животных. Концентрация ионов меди в цельной крови и плазме колебалась в пределах исходного уровня.

Концентрация ионов свинца в цельной крови снижалась на 25%, а в плазме ионы свинца обнаруживались только до применения сорбента.

Применение данного сорбента для сорбции тяжелых металлов в желудочно-кишечном тракте подсвинков позволило снизить концентрацию меди в мышцах, печени и скелете в 1,5 – 2,0, свинца и цинка – в печени и скелете в 1,6 – 4,2 раза. Скармливание телятам сорбента в течение 30 дней снизило концентрацию ионов цинка в цельной крови и плазме в 2,7 – 4,2, а ионов свинца в цельной крови – в 1,4 раза. Введение сорбента приводило к снижению концентрации ^{90}Sr в молоке в 1,3 и 1,7 раз на 15-е и 30-е сутки соответственно. Однако эти различия оказались недостоверными, что могло быть связано с низким уровнем изотопа в рационе.

5.7. Применение ХЖ-90-Sr-ТМ при диарее свиней

У свиней 4-7 месячного возраста массой 40-70 кг, принадлежащих СПК им.Ленина город-курорт Анапа, появились клинические признаки диареи, угнетенное состояние, отказ от корма и повышенная смертность.

Чтобы исключить падеж, к недоброкачественным кормам, пораженным плесенью, был добавлен сорбент ХЖ-90-Sr-ТМ.

Опытной группе – 20 свиным в рацион из дерти включили 1% сорбента, контрольная группа из 10 голов сорбент не получала.

По истечении 18 часов после дачи этого препарата состояние свиней улучшилось, диарея прекратилась. Из 20 голов вынужденно убито 3 свиньи. В

контроле пало 4 головы, вынужденно убито 2 свиньи. На вскрытии у них были отмечены геморрагические поражения желудка и кишечника.

Учитывая положительные результаты использования сорбента ХЖ-90-Sr-TM, оставшемуся поголовью в течение двух месяцев, до уборки нового урожая в рацион дерти добавляли этот сорбент. Клинических признаков расстройства функции желудочно-кишечного тракта не наблюдалось.

5.8. Применение ХЖ-90-Sr-TM при отравлении животных микотоксинами

Сорбент ХЖ-90-Sr-TM при ежедневном введении в рацион свиней в количестве 1% к сухому веществу корма проявлял профилактический и лечебный эффект при отравлении животных токсинами грибов *Mucor posillus*, *Aspergillus flavus* и снижал смертность животных.

Сорбент, добавленный к корму в количестве 1%, являлся эффективным средством при лечении и профилактике острых и хронических форм микотоксикозов, вызванных токсинами грибов *Aspergillus flavus*, *Aspergillus nidularis*, *Penicillium*, *Fusarium* sp., а также некоторыми бактериозами (*Pseudomonas aeruginosa*, *Staph. epidermidis*).

6. Экономическая эффективность применения ферроцианидно-бентонитовых сорбентов в ветеринарии

Расчет экономической эффективности ферроцианидсодержащих сорбентов проводили по методике «Определение экономической эффективности ветеринарных мероприятий» (1982), а также в соответствии с «Методическими указаниями по определению экономической эффективности ветеринарных мероприятий», утвержденными Департаментом ветеринарии МСХ РФ (2002), и на основании «Методических рекомендаций по определению общего экономического эффекта от использования результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в Агропромышленном комплексе» (2007).

Экономическая эффективность препарата ХЖ-90 для профилактики микотоксикозов у поросят на дорастивании в расчете на 1 рубль затрат равна

$$Э_p = \frac{Э_в}{З_в} = \frac{630}{40} = 15,75 \text{ руб.}$$

7. ВЫВОДЫ

1. Предложено сырье для производства ферроцианидно-бентонитовых сорбентов - клеевые осадки желтой кровяной соли (КОЖКС), образующиеся в результате технологического процесса обработки виноматериалов рецептурой из желатины, гексацианоферратом (II) калия (желтой кровяной солью) бентонит. После обработки виноматериалов гексацианоферратом появляется ферроцианид: $3K_4[Fe(CN)_6] + 4Fe^{3+} = Fe_4[Fe(CN)_6]_3 + 12K^+$.

Разработан технологический процесс производства из клеевых осадков желтой кровяной соли ферроцианидного сорбента ХЖ-90 (химия и жизнь-90), который включает обезвоживание (сушку) исходного сырья до воздушно-сухого состояния и измельчение (помол) высушенного сырья на промышленных установках типа мелотерки (например, С-909), кормодробильной установки (типа ДКУ-1.0 или ей подобной) или виброшаровой мельницы.

Оптимальным способом изготовления сорбента является использование турбулентной сушилки с установленной мощностью 85 кВт и производительностью по испаряемой влаге – 50 кг/ ч. Процесс производства сорбента на турбулентной сушилке включает в себя: загрузку пастообразной массы КОЖКС в емкость циркулятора; перемешивание клеевых осадков и испарение влаги при температуре 180-200⁰С, превращение высушенной массы в измельченный порошок; поступление порошка в классификатор крупности и выгрузку в тару.

Вырабатываемый продукт на выходе из сушилки имеет форму порошка, крупность и влажность которого соответствует требованиям к ферроцианидно-бентонитовому сорбенту ХЖ-90. В соответствии с ТУ сорбционная активность ферроцианидно-бентонитового сорбента ХЖ-90 для изотопов цезия не ниже 70%.

2. Для повышения сорбции изотопов стронция и тяжелых металлов к сорбенту ХЖ-90 добавлен диоксид марганца твердофазный (ДМТ) – 10% по массе. Полученный сорбент ХЖ-90-Sr-ТМ сохраняет состав и основные физико-химические свойства сорбента ХЖ-90: насыпную массу, размер гранул, содержание железа (II), железа (III), калия. Сбор сырья, сушка и помол осуществляется по той же технологии, как и для сорбента ХЖ-90. В соответствии с ТУ сорбционная активность сорбента ХЖ-90-Sr-ТМ не ниже 45% для радиоизотопов стронция, для тяжелых металлов: меди, цинка, свинца соответственно 60, 25, 70%.

3. Ферроцианидно-бентонитовые сорбенты ХЖ-90 и ХЖ-90-Sr -ТМ малотоксичны для теплокровных животных, как в острых, так и в хронических опытах. Для данной группы веществ не установлены среднесмертельная доза (LD50) и доза, вызывающая появление клинической картины токсикоза, что по ГОСТ 12.1.007-76 «Вредные вещества» позволяет их отнести к 4-му классу опасности (незначительно опасные вещества).

4. Длительное применение сорбента ХЖ-90 в терапевтических дозах не влияет отрицательно на общее состояние животных и показатели их клинического статуса, не оказывает раздражающего и аллергизирующего действия на кожу и слизистые, не оказывает токсического действия на жизненно важные системы, органы и ткани организма, не обладает эмбриотоксическим и тератогенным действием.

5. В желудочно-кишечном тракте животных сорбенты ХЖ-90 и ХЖ-90-Sr-ТМ образуют с изотопами цезия и стронция, а также тяжелыми металлами – медью, цинком и свинцом прочный нерастворимый комплекс, который с

фекалиями выводится из организма, тем самым предотвращается всасывание радионуклидов и тяжелых металлов, в результате чего понижается переход изотопов цезия, стронция, меди, цинка и свинца в продукцию животноводства.

Сорбенты ХЖ-90 и ХЖ-90-Sr-TM применяют ежедневно в смеси с комбикормом или дробленным зерном в дозах: для лактирующих коров и молодняка крупного рогатого скота старше 6 месяцев - 30-60 г на одно животное, для овец и молодняка крупного рогатого скота до 6 месяцев - 10-30 г на одно животное.

Образцы ферроцианидно-бентонитового сорбента ХЖ-90 приготовленные из клеевых осадков желтой кровяной соли, хранившиеся в виде высушенного материала в течение 1-12 лет, по сорбционной активности существенно не различаются. Хранение ферроцианидно-бентонитового сорбента ХЖ-90-Sr-TM в течение 4 лет (срок наблюдения) его сорбционные свойства не изменяет.

6. Использование ферроцианидно-бентонитового сорбента ХЖ-90 в качестве добавки к рациону коров ежедневно в течение 3-6 месяцев в терапевтической суточной дозе 30 г/ животное не оказывает существенного влияния на пищевую ценность мяса и молока, характеризуемую их основным химическим составом. Усвояемость белков мяса, биологическая ценность и усвояемость белков молока не изменяется.

Ферроцианидно-бентонитовый сорбент ХЖ-90-Sr-TM не обладает неблагоприятным влиянием на лабораторных и сельскохозяйственных животных: общее клиническое состояние, картину крови, гуморальные факторы естественной резистентности, ветеринарно-санитарные показатели мяса и молока.

7. Сорбент ХЖ-90 обладает выраженной профилактической активностью при диарее и гастроэнтеритах поросят. Эффективность применения сорбента для профилактики гастроэнтеритов у поросят-отъемышей возрастает в среднем на 20%.

Применение сорбента ХЖ-90 в дозе 1% к корму в комплексной терапии гастроэнтеритов у поросят различного возрастного периода оптимизирует иммуно-биохимический статус организма животных, повышает терапевтический эффект по сравнению с традиционным лечением на 39,1%, сокращает срок выздоровления на 3 дня.

Введение в рацион поросятам с 20-22 дневного возраста ферроцианидно-бентонитового сорбента ХЖ-90 в составе 1% к сухому веществу корма с момента появления клинических признаков диареи и в течение последующего периода до 60 дневного возраста приводит к достоверному повышению прироста массы животного.

8. Ферроцианидно-бентонитовый сорбент ХЖ-90 при добавлении в количестве 1% к корму является эффективным средством при лечении и профилактике острых и хронических форм микотоксикозов, вызванных

токсинами грибов *Aspergillus flavus*, *Aspergillus nidularis*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Mucor pusillus*, *Aspergillus flavus* sp., а также при сочетании микотоксикозов с некоторыми бактериозами (*Pseudomonas aeruginosa*, *Staph. epidermidis*), вызывающими острые расстройства желудочно-кишечного тракта.

9. Применение ферроцианидно-бентонитового сорбента ХЖ-90 в дозе 5 г с молозивом новорожденным телятам в первые дни жизни при бактериозах, вызванных условно-патогенной микрофлорой, приводит к снижению признаков диареи в течение 10 дней жизни и повышению их выживаемости.

Применение ферроцианидно-бентонитового сорбента ХЖ-90 в концентрации 1% по массе к концентрированным кормам для откормочного молодняка крупного рогатого скота с целью профилактики микотоксикозов улучшает общее состояние животных и повышает их мясную продуктивность.

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

На основании экспериментальных данных изыскано сырье, разработаны способы изготовления, дозы и схемы применения ферроцианидно-бентонитовых сорбентов для применения в ветеринарии с целью снижения перехода радионуклидов и тяжелых металлов в продукцию животноводства, повышения продуктивности, профилактики и терапии нарушений функции желудочно-кишечного тракта поросят и телят, вызванных микотоксикозами и бактериозами.

Результаты исследований нашли отражение в следующих нормативных документах, методических положениях и рекомендациях:

1. Технические условия на сорбент изотопов цезия ХЖ-90 (ферроцианидно-бентонитовый) ТУ 9301-020-00008064-97.

2. Наставление по применению в ветеринарии сорбента изотопов цезия - ХЖ-90 (Регистрационный номер сорбента ПРВ2.06.0287-96). Утв. Департаментом ветеринарии Минсельхозпрода РФ 12.02.1997 г.

3. Технические условия на сорбент изотопов стронция и тяжелых металлов ХЖ-90-Sr-TM (ТУ 9301-033-00495549-00) .

4. Временное наставление по применению в ветеринарии сорбента ХЖ-90-Sr-TM для сорбции радиоизотопов стронция и тяжелых металлов (в порядке широких производственных испытаний до октября 2002 г.). Утв. Департаментом ветеринарии Минсельхозпрода РФ 22.12.2000 г.

5. Методическое пособие по применению ферроцианидно-бентонитового сорбента ХЖ-90 при микотоксикозах животных. Утв. академиком-секретарем Отделения ветеринарной медицины Россельхозакадемии 17 марта 2011г.

6. Из собранных КОЖКС произведено 120 тонн сорбента ХЖ-90 в том числе 20 тонн в лаборатории ГНУ ВНИИВВиМ и 100 тонн в производственных условиях на вибро-шаровой мельнице завода «Утяжелитель» пос. Ильский Краснодарского края. На ферроцианидно-бентонитовый сорбент ХЖ-90 органом по сертификации при ВГНКИ выданы сертификаты соответствия.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Крюков Н.И. Токсикологическая характеристика препарата Фупэдин / А.Н. Турченко, А.А. Лимаренко, Н.И. Крюков [и др.] // Новые фармакологические средства для животноводства и ветеринарии: Матер. Юбилейной конф., том 1.-Краснодар.. - 2001.- С. 160.
2. Крюков Н.И. Фармакокинетика и биологическая активность препарата Фупэдин / А.Н. Турченко, А.А. Лимаренко, Н.И. Крюков [и др.] // Новые фармакологические средства для животноводства и ветеринарии: Матер. Юбилейной конф., том 1. Краснодар.- 2001.- С. 161.
3. Крюков Н.И. Эффективность применения Фупэдина в комплексной профилактике и терапии диареи новорожденных телят. / Н.И. Крюков, С.Н. Крюкова // Актуальные проблемы ветеринарии в современных условиях: Матер. междунар. науч.-практич. конф., посвящ. 60-летию ГНУ Краснодарского НИВИ.- Краснодар. - 2006.- С.295-297.
4. Крюков Н.И. Фупэдин – фармакотоксикологические и специфические свойства / А.Н. Турченко, Н.И. Крюков, С.Н. Крюкова [и др.] // Матер. науч. – практич. конф. фармакологов РФ, «Фармакологические и экотоксикологические аспекты ветеринарной медицины».- Троицк, 2007.- С. 324 - 327.
5. Патент №2300204 **Способ профилактики и лечения микотоксикозов свиней / В.А. Бударков., Н.И. Крюков, Ю.И. Узунов [и др.] // М., ФГУ ФИПС, 2007 Бюл. №16.**
6. Крюков Н.И. Использование ферроцианидных отходов виноделия в животноводстве и ветеринарии / Н.И. Крюков, В.А. Бударков // Сборник матер. 3-й междунар. науч.-практич. конф. Wasma 4-я Междунар. специализированная выставка - форум «Рециклинг, переработка отходов и чистых технологий».- Москва, 2007.- С.51-54.
7. Крюков Н.И. Анализ методов обеззараживания животноводческих отходов и помета ферм / И.А. Болоцкий, В.И. Семенцов, Н.И. Крюков [и др.] // Ветеринария Кубани.- 2008.- №3.- С. 20-22.
8. **Крюков Н.И. Применение сорбента из отходов виноделия для профилактики и лечения микотоксикозов свиней / Н.И. Крюков // Свиноводство.- 2008.- №4.- С.29-31.**
9. Крюков Н.И. Влияние сорбента из отходов виноделия на эффективность вакцинации против классической чумы свиней при микотоксикозах. / Н.И. Крюков, С.Н. Крюкова, В.А. Бударков [и др.] // «Проблемы профилактики и борьбы с особо опасными, экзотическими и малоизученными инфекционными болезнями животных» Труды междунар. науч.-практич. конф., посвящ. 50- летию ВНИИВВиМ 13-14 ноября 2008г.» том II, г.Покров. - 2008.- С.60 – 63.
10. Крюков Н.И. Изучение токсигенных свойств отходов виноделия клеевых осадков желтой кровяной соли методом экспресс – биотестирования / Н.И. Крюков, Н.Татарова, С.Н. Крюкова // «Проблемы профилактики и борьбы с особо опасными, экзотическими и малоизученными инфекционными болезнями животных».Труды междунар. науч.-практич. конф., посвящ. 50 - летию ВНИИВВиМ 13 - 14 ноября 2008г. том II, г.Покров.- 2008.- С.63-65.
11. Крюков Н.И. Эпизоотический мониторинг в разных радио-экологических условиях / В.А. Бударков, И.А. Бакулов, А.В. Книзе, А.Э. Шкаев, Д.В. Куренков, Н.А. Шкаева, Н.И. Крюков [и др.] // «Современное состояние и перспективы исследований по инфекционной и протозойной патологии животных, рыб и пчел». Матер. междунар. науч. – практич. конф. 110лет ВИЭВ - 2008.- С.69-73.
12. Крюков Н.И. Сорбент из отходов виноделия в профилактике и лечении микотоксикозов свиней / Н.И. Крюков //«Современное состояние и перспективы исследований по инфекционной и протозойной патологии животных, рыб и пчел». Матер. междунар. науч. – практич. конф.110лет ВИЭВ.- 2008.- С.337-341

13. **Крюков Н.И. Напряженность эпизоотической ситуации в отдельный период после радиационных аварий / В.А. Бударков, И.С. Бакулов, Н.А. Шкаева, А.В. Кнize, Н.И. Крюков [и др.] // Ветеринария.- 2008.- №10.- С. 27 – 30.**
14. Крюков Н.И. Отходы виноделия против болезней животных / Н.И. Крюков // Российская аграрная газета «Земля и жизнь», специальный выпуск №6 (11).- май 2009.- С.1-2
15. Крюков Н.И. Использование ферроцианидных отходов виноделия в ветеринарии / Н.И. Крюков. // «Современные проблемы ветеринарной фармакологии и токсикологии» Матер. 2 съезда ветер. фармак. и токсикол. России, 9-12 июня 2009 года.- Казань.- 2009.- С.113-116.
16. **Крюков Н.И. Профилактика негативного влияния микотоксикозов на формирование иммунитета у поросят, вакцинированных против классической чумы свиней. /Н.И.Крюков, В.А. Бударков, В.М. Лыска [и др.] // Труды Кубанского Государственного аграрного университета. Серия: ветеринарные науки №1 (ч.1).- 2009.- С. 55-57.**
17. **Крюков Н.И. Экспресс - биотестирование – как метод определения токсигенных свойств отходов виноделия клеевых осадков желтой кровяной соли. / Н.И. Крюков Н. Татарова, С.Н. Крюкова // Труды Кубанского Государственного аграрного университета. Серия: ветеринарные науки.- 2009.- №2 (ч.2).- С.290-292.**
18. **Крюков Н.И. Сорбент из отходов виноделия для применения в молочном скотоводстве / Н.И. Крюков, В.А. Бударков // Ветеринарный врач.- 2010. - №1 - С. 16-18.**
19. Крюков Н.И. Исследование хронической токсичности ферроцианидов / Н.И. Крюков // «Актуальные вопросы ветеринарной медицины» Новосибирск. Матер. 11 Сибирского ветер. конгресса 25-26 февраля 2010 года Россия. - С. 252 – 253.
20. Крюков Н.И. Влияние сроков и условий хранения на сорбционную активность ферроцианидов / Н.И. Крюков, В.А. Бударков //«Актуальные вопросы ветеринарной медицины» Новосибирск, Матер.11 Сибирского ветер. конгресса 25-26 февраля 2010 года Россия. - С. 253-255.
21. **Крюков Н.И. Сорбционные свойства ферроцианидсодержащих сорбентов при микотоксикозах / Н.И. Крюков, В.А. Бударков, М.Я. Трemasов // Ветеринарный врач.- 2010.- № 2.- С. 5-7.**
22. Крюков Н.И. Рециклинг отходов виноделия (Берлинская лазурь) в отрасль животноводства и ветеринарии / Н.И. Крюков //«Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства». II-я Всеросс. науч. конф. КубГАУ-Краснодар.-2010.-С.121-123.
23. Крюков Н.И. Решение проблемы профилактики и лечения микотоксикозов свиней / Н.И. Крюков // «Актуальные проблемы производства свинины в Российской Федерации». XIX заседание межвузовского координационного совета по свиноводству и всеросс. науч.-производ. конф.- Донской ГАУ.- пос. Персиановский.- 2010.- С. 162-163.
24. **Крюков Н.И. Отходы виноделия в производстве кормовых добавок для применения в молочном скотоводстве / Н.И. Крюков В.А. Бударков // Ветеринария и кормление.- 2010.- № 2.- С. 26-27.**
25. **Крюков Н.И. Сорбент экотоксикантов для применения в молочном скотоводстве / Н.И. Крюков В.А. Бударков // Молочное и мясное скотоводство.- 2010.- № 3.- С. 21-22.**
26. Крюков Н.И. Сорбционная активность препарата ХЖ-90 по отношению к стронцию in vitro / Н.И. Крюков В.А. Бударков // «Биотехнология: Токсикологическая, радиационная и биологическая безопасность России». Междунар. конф., посвящ. 50-летию ФГУ «Федеральный центр токсикологической и радиационной безопасности животных».- Казань.- 2010.- С. 231-234.

27. Крюков Н.И. Сорбция радионуклидов стронция ферроцианидно-бентонитовым сорбентом ХЖ-90 в организме овец. /Н.И.Крюков, В.А.Бударков // «Биотехнология: Токсикологическая, радиационная и биологическая безопасность России», Междунар. конф., посвящ.50-летию ФГУ «Федеральный центр токсикологической и радиационной безопасности животных».- Казань.- 2010.- С. 234-236.

28. Крюков Н.И. Сорбция радионуклидов стронция ферроцианидно-бентонитовым сорбентом ХЖ-90-Sr-TM в организме крупного рогатого скота / Н.И. Крюков В.А. Бударков // «Биотехнология: Токсикологическая, радиационная и биологическая безопасность России». Междунар. конф., посвящ. 50-летию ФГУ «Федеральный центр токсикологической и радиационной безопасности животных».- Казань.- 2010.- С. 237 – 239.

29. Крюков Н.И. Эффективность применения препарата ХЖ-90-Sr-TM для сорбции радионуклидов стронция у лабораторных животных / Н.И. Крюков В.А. Бударков // «Биотехнология: Токсикологическая, радиационная и биологическая безопасность России». Междунар. конф., посвящ. 50-летию ФГУ «Федеральный центр токсикологической и радиационной безопасности животных».- Казань.- 2010.- С. 240 – 243.

30. Крюков Н.И. Сорбционные свойства ферроцианидно-бентонитового сорбента ХЖ-90 при экспериментальном ассоциированном микотоксикозе лабораторных животных / Н.И. Крюков // Ветеринария Кубани.- 2011.- №3. – С.26-28

31. Крюков Н.И. Методическое пособие по применению ферроцианидно-бентонитового сорбента ХЖ-90 при микотоксикозах животных /В.А. Антипов, Н.И. Крюков, В.А. Бударков, М.Я Тремасов // Отделение ветеринарной медицины РАСХН ; Утверждено 17 марта 2011 г.

32. Крюков Н.И. Фармакологическая характеристика ферроцианидно-бентонитовых сорбентов/Н.И.Крюков// «Актуальные проблемы ветеринарной фармакологии, токсикологии и фармации». Матер. III съезда ветер. фармак. и токсикол. России, 8-10 июня 2011 года.- Санкт-Петербург.-2011. - С. 265-267.

33. Крюков Н.И. Изучение лечебно-профилактической дозы ферроцианидно-бентонитового сорбента ХЖ-90 при диарее телят и поросят/Н.И.Крюков// «Актуальные проблемы современной ветеринарии». Материалы междунар. науч.-практич. конф., посвящ. 65-летию ветеринарной науки Кубани, часть 1, -Краснодар.- 2011. - С.173-176.

34. Крюков Н.И. Применение ферроцианидно-бентонитового сорбента ХЖ-90 для профилактики и лечения диареи телят/Н.И.Крюков, В.А.Бударков, С.Н.Крюкова//«Актуальные проблемы современной ветеринарии». Материалы междунар. науч.-практич. конф., посвящ. 65-летию ветеринарной науки Кубани, часть 1,-Краснодар.- 2011.-С.176-179.

35. Крюков Н.И. Применение ферроцианидно-бентонитового сорбента ХЖ-90 для профилактики и лечения диареи свиней/Н.И.Крюков//«Актуальные проблемы современной ветеринарии». Материалы междунар. науч.-практич. конф., посвящ. 65-летию ветеринарной науки Кубани, часть 1, -Краснодар.- 2011.-С.179-180.

36. Крюков Н.И. Применение ферроцианидно-бентонитового сорбента ХЖ-90-Sr-TM для профилактики и лечения микотоксикозов свиней/Н.И.Крюков//«Актуальные проблемы современной ветеринарии». Материалы междунар. науч.-практич. конф., посвящ. 65-летию ветеринарной науки Кубани, часть 2, -Краснодар.- 2011.-С.326-329.

37. Крюков Н.И. Механизмы действия ферроцианидно-бентонитовых энтеросорбентов /Н.И. Крюков, В.А. Антипов// Ветеринарный врач.- 2011.- № 5.-С.-

38. Крюков Н.И. Ферроцианидсодержащие сорбенты при микотоксикозах. /Н.И.Крюков// «Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии».-Москва. 2011.-№ 6(2) – С.