

9 $\frac{09 - 6}{1621}$

На правах рукописи

ЩИПЦОВА НАДЕЖДА ВАРСОНОФЬЕВНА

**МИГРАЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЦЕПИ
ПОЧВА – РАСТЕНИЯ – ЖИВОТНЫЕ
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД**

16.00.06 – ветеринарная санитария, экология,
зоогигиена и ветеринарно-санитарная экспертиза

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Москва - 2009

Работа выполнена в Федеральном государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия» (ФГОУ ВПО ЧГСХА).

Научный руководитель: доктор биологических наук, доцент
Ларионов Геннадий Анатольевич
(ФГОУ ВПО ЧГСХА)

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор
Захарова Любовь Львовна
(ГНУ ВНИИВСГЭ Россельхозакадемии)

доктор ветеринарных наук, профессор
Новиков Валерий Александрович
(ФГУ ВНИВИ ФЦТ и РБЖ г. Казань)

Ведущая организация: Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия»

Защита диссертации состоится «__» _____ 2009 г. в ____ часов на заседании диссертационного совета Д 006.008.01 при ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии по адресу: 123022, Москва, Звенигородское шоссе, д. 5, ВНИИВСГЭ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии.

Автореферат разослан «__» _____ 2009 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук

А.А. Юдина

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Человек всегда использовал окружающую среду в основном как источник ресурсов, однако в течение очень длительного времени его деятельность не оказывала заметного влияния на биосферу. Сегодня экологическое состояние окружающей среды является одной из приоритетных тем будущего всего человечества.

Ухудшение экологической ситуации практически во всех регионах мира связано с антропогенной деятельностью. Это в свою очередь влияет на качественный состав потребляемой пищи. С продуктами питания в организм человека поступает значительная часть химических и биологических веществ, в том числе и тяжелые металлы (ТМ). Они попадают, накапливаются по ходу биологической цепи: почва (вода) – растение – животное – продукция – человек (Д.А. Кривошеин и др., 2000; М.А. Аргунов, 2007; В.Д. Баранников, Н.К. Кириллов, 2005).

Для получения безопасной сельскохозяйственной продукции необходимо разрабатывать и применять способы, снижающие уровень или токсическое действие тяжелых металлов на всех этапах пищевой цепи.

Несмотря на большое количество работ, посвященных изучению миграции тяжелых металлов в биологической цепи и их влиянию на организм животных и человека, некоторые вопросы остаются малоизученными и требуют проведения дальнейших исследований в этом направлении.

Цель и задачи исследований. Изучить особенности миграции тяжелых металлов в системе почва – растения – животные при использовании осадков сточных вод в качестве удобрений и дать оценку влияния натриевой соли оксиэтилидендифосфоновой кислоты на биохимические показатели сыворотки крови и содержание тяжелых металлов в организме животных.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

1. Провести комплексный мониторинг воды, почвы, кормов и продукции животноводства на содержание кадмия, свинца, ртути, меди и цинка с анализом экологического состояния территории Чувашской Республики.

2. Дать ветеринарно-экологическую оценку кормов, выращенных на почвах с использованием осадков сточных вод в качестве удобрений.

3. Изучить накопление кадмия, свинца, ртути, меди и цинка в печени, почках и мышцах морских свинок при скармливании кормов, выращенных на почвах с использованием осадков сточных вод в качестве удобрений.

4. Дать оценку эффективности использования комплексона – натриевой соли оксиэтилидендифосфоновой кислоты на снижение содержания тяжелых металлов в печени, почках и мышцах морских свинок.

5. Изучить влияние тяжелых металлов и натриевой соли оксиэтилидендифосфоновой кислоты на динамику биохимических показателей сыворотки крови морских свинок.

Научная новизна. Впервые проведен комплексный мониторинг атмосферного воздуха, воды, почвы, кормов и продукции животноводства на содержание кадмия, свинца, ртути, меди и цинка с анализом экологической ситуации и состояния обмена веществ крупного рогатого скота и свиноматок на территории Чувашской Республики для обоснования возможности использования осадков сточных вод в качестве удобрений под кормовые культуры.

При мониторинге выявлены отдельные пробы почвы, воды, мяса, рыбы и колбасных изделий с превышением допустимых уровней содержания кадмия в 1,4-8,1 раза.

Установлена эффективность использования натриевой соли оксиэтилидендифосфоновой кислоты в дозе 1,5 г на 1,0 кг корма в снижении содержания тяжелых металлов в организме морских свинок с положительной динамикой биохимических показателей сыворотки крови животных.

Выявлены особенности накопления кадмия, свинца, ртути, меди и цинка в мышечной ткани, печени и почках, изучена динамика биохимических показателей сыворотки крови животных при скармливании кормов, выращенных на почвах с использованием осадков сточных вод в качестве удобрений.

Практическая значимость. Результаты исследований биологической цепи на содержание тяжелых металлов подтверждают необходимость проведения мониторинга в условиях локальных аграрных регионов и разработки мероприятий по снижению их миграции с учетом специфических особенностей Чувашской Республики.

Утверждены методические рекомендации по применению осадков сточных вод в качестве удобрений в условиях Чувашской Республики (2009 г.).

Получены положительные результаты по снижению содержания кадмия в организме морских свинок при применении натриевой соли оксиэтилидендифосфоновой кислоты в дозе 1,5 г на 1,0 кг корма.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

- ветеринарно-санитарная (корма, продукция животноводства) и экологическая (атмосферный воздух, почва и вода) оценка объектов ветеринарного надзора на территории Чувашской Республики;
- миграция тяжелых металлов в системе почва – растение – животное в условиях использования осадков сточных вод в качестве удобрений;
- эффективность применения натриевой соли оксиэтилидендифосфоновой кислоты в снижении миграции тяжелых металлов из кормов в организм морских свинок;
- влияние тяжелых металлов и натриевой соли оксиэтилидендифосфоновой кислоты на динамику биохимических показателей сыворотки крови морских свинок.

Апробация работы. Научные положения, выводы и рекомендации работы доложены на всероссийской научно-практической конференции «Роль ученых в реализации приоритетного национального проекта «Развитие АПК» (Чебоксары, 2007), всероссийской научно-практической конференции

«Перспективные технологии для современного сельскохозяйственного производства» (Чебоксары, 2008), на LXVI всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «Вклад молодых ученых в развитие АПК» (Пермь, 2007), межрегиональной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «Молодежь и наука XXI века» (Чебоксары, 2007), республиканской научно-практической конференции «Наука в развитии села» (Чебоксары, 2009), III научно-практической конференции молодых ученых и студентов «Развитие АПК» (Чебоксары, 2007) и на расширенном заседании кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции ФГОУ ВПО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия» (Чебоксары, 2009).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 8 научных работ, в том числе в Ученых записках Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана, включенных в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий.

Структура и объем диссертации. Работа изложена на 143 страницах компьютерного текста и включает следующие разделы: введение, обзор литературы и главы собственных исследований, обсуждение результатов исследований, выводы, практические предложения, список литературы, включающий 195 источников, в том числе 22 иностранных, приложения. Материалы диссертации включают 26 таблиц и 10 рисунков.

СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Материалы и методы исследований

Объектами исследований были вода, почва, продукция животноводства, промышленные и хозяйственно-бытовые осадки сточных вод очистного сооружения г. Новочебоксарска Чувашской Республики, серые лесные почвы для проведения полевых опытов с внесением различных доз ОСВ, корнеплоды

и листья моркови Лосиноостровская 13 и столовой свеклы Бордо 237, выращенные на опытных участках, 50 морских свинок короткошерстной (гладкошерстной) породы пестрой подгруппы для изучения биохимических показателей сыворотки крови и содержания ТМ в печени, почках и мышечной ткани при включении в рацион кормов, выращенных с использованием ОСВ, и натриевой соли оксиэтилидендифосфоновой кислоты.

Экспериментальная часть научно-исследовательской работы проведена в 2005-2009 гг. на базе кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВПО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия», Аккредитованной испытательной лаборатории Государственного учреждения «Чувашская республиканская ветеринарная лаборатория», в личном подсобном хозяйстве (ЛПХ) дер. Анаткас-Марги Чебоксарского района Чувашской Республики.

Полевые опыты. Закладку опыта, уборку и учет урожая проводили согласно методикам М.В. Строганова (1981), Б.А. Доспехова (1982), Н.Е. Руденко (1999) по проведению полевых опытов с сельскохозяйственными культурами.

Было заложено 5 вариантов опытных делянок (1,2×2,09 м) в 4 повторностях общей площадью 732,96 м². В качестве удобрений вносили осадки сточных вод в дозах 30; 60; 120; 240 т/га (на 2,5 м² – 7,5; 15; 30 и 60 кг) с последующей перекопкой делянок на глубину 20 см.

Опыты с животными. В рацион кормления морских свинок в течение 90 дней включали корма: морковь сорта Лосиноостровская 13 и столовую свеклу – Бордо 237, выращенные на опытных участках, которые составляли 43-44 % рациона животных.

Для опытов отобрали по 5 групп морских свинок по принципу пар-аналогов (одна контрольная и четыре опытные) с учетом физиологического состояния, возраста, живой массы по 5 животных в каждой группе (А.И. Овсянников, 1976), живой массой 255-280 г в опыте с кормами, 585-630 г – с

применением кормов и натриевой соли оксиэтилидендифосфоновой кислоты (Na-ОЭДФК).

В опыте с кормами первая группа животных являлась контрольной и получала корма, выращенные без использования ОСВ. Животные второй группы получали корма, выращенные с использованием ОСВ в дозе 30 т/га. Третья группа животных получала корма, выращенные с использованием ОСВ в дозе 60 т/га. Корма, выращенные с использованием ОСВ в дозе 120 т/га, получали животные четвертой группы. Животные пятой группы получали корма, выращенные на почвах с максимальным внесением ОСВ, в дозе 240 т/га.

В опыте с препаратом в течение 90 дней все животные получали корма, выращенные с использованием ОСВ, хлорид натрия и натриевую соль оксиэтилидендифосфоновой кислоты перорально с кусочком белого хлеба массой 5 г.

Первая группа животных являлась контрольной и получала 0,3 г хлорида натрия. Животные второй группы получали Na-ОЭДФК в дозе 0,1 (0,5 г на 1,0 кг корма), третьей – 0,2 (1,0 г на 1,0 кг корма), четвертой – 0,3 (1,5 г на 1,0 кг корма), пятой – 0,4 г (2,0 г на 1,0 кг корма).

Содержание кадмия, свинца, меди и цинка в объектах определяли атомно-абсорбционным методом (ААС) на спектрометре «Квант – Z. ЭТА-1» в соответствии с ГОСТ 30178-96 «Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов», МИ 2339-95 – Пробы почв и биологических объектов. Методика подготовки путем минерализации в аналитическом автоклаве НПВФ «АНКОН-АТ-24»; ртути – на анализаторе «Юлия» по ГОСТ 26927-86 «Сырье и продукты пищевые. Методы определения ртути», МУ 5178-90 – Методические указания по обнаружению и определению общей ртути в пищевых продуктах методом беспламенной атомной абсорбции.

Отбор, подготовку и анализ проб проводили в соответствии с ГОСТами: 17.4.3.01-83 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб», 17.4.4.02-84 «Методы отбора и подготовки проб для химического,

бактериологического, гельминтологического анализов», а также в соответствии с Методическими указаниями по агрохимическому обследованию почв сельскохозяйственных угодий и Методическими указаниями по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами.

Определение биохимических показателей сыворотки крови проводили по общепринятым методикам, в соответствии с Методическими указаниями по применению унифицированных биохимических методов исследований крови, мочи и молока в ветеринарных лабораториях. Общий белок в сыворотке крови определяли рефрактометрическим методом, а белковые фракции – нефелометрическим, неорганический фосфор – в безбелковом фильтрате крови с ванадатмолибдатным реактивом, общий кальций – в сыворотке крови комплексометрическим по Уилкинсону.

Цифровой материал экспериментальных данных обрабатывали методом вариационной статистики на достоверность различия сравниваемых показателей с использованием программного комплекса Microsoft Excel 2007 и авторской программы А. Гунина STATGU ~ 1. С помощью этой программы рассчитывали количество наблюдений, средние арифметические величины и их стандартные ошибки. Достоверность различий сравниваемых показателей оценивали по порогам вероятности ($P < 0,05$; $P < 0,01$; $P < 0,001$) с использованием ПК Pentium 4.

2. Мониторинговые исследования объектов окружающей среды и ветеринарного надзора в условиях Чувашской Республики

Вода. Анализ санитарно-химических показателей воды свидетельствует о том, что из общего количества гидрохимических исследований не соответствуют ГОСТу 2874-82 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством» и имеют превышения предельно-допустимых концентраций: окисляемость – 12,7; азот аммиака и аммония – 38,2; нитраты –

10,9; жёсткость общая – 3,6; железа общее – 12,7; хлориды – 21,8 % исследованных проб.

Установили превышение предельно допустимой концентрации (ПДК) кадмия – $0,001 \text{ мкг/см}^3$ – в 2 раза. Превышений ПДК свинца, меди и цинка не установили.

Почва сельскохозяйственных угодий. Содержание тяжелых металлов изучали в почве сельскохозяйственных предприятий и приусадебных участков. В исследованиях охватили 9 районов Чувашской Республики (ЧР).

Содержание свинца составляло 1,4-14,9 (ср. 9,2) мг/кг сухого вещества при ориентировочно допустимой концентрации (ОДК) 32-130 мг/кг, меди – 10,9-29,6 (ср. 18,3) при ОДК 33-132 мг/кг, цинка – 41,7-73,6 (ср. 45,8) при ОДК 55-220 мг/кг. Содержание кадмия и ртути в исследованных пробах было ниже порога чувствительности прибора.

Максимальное содержание свинца выявили в почве Ибресинского района – 14,9 мг/кг, меди – 29,6 и цинка – 73,6 мг/кг в почве Урмарского района.

Почва промышленной зоны. Содержание ТМ в почве промышленной зоны изучали в условиях поселка Вурнары Вурнарского района ЧР.

Содержание кадмия в почве промышленной зоны составляло 0,85-7,49 при ОДК 0,5-2,0 мг/кг, т. е. превышало более чем в 3,5 раза.

Содержание свинца в 74 % проб не превышало ОДК и составляло 3,4-43,2 мг/кг; в почве территорий бывшей поселковой свалки его превышение составляло в 1,7 раза; в почве территории ОАО «Втормет» содержание свинца составляло 700,0-16447,9 мг/кг, т.е. превышало ОДК в 5-126 раз.

Почва этого предприятия также загрязнена медью и цинком. Содержание меди в ней составляло 1161,0-10731,5 мг/кг, что превышало ОДК в 9-82 раза. Превышение ОДК в 1-4 раза установили в почве в 10 м от печи сжигания бумажной тары и почве бывшей поселковой свалки.

Диапазон содержания цинка составлял 1066-8202,8 мг/кг, что превышало ОДК в 5-37 раз.

Корма. В результате анализа кормов и кормовых добавок на содержание кадмия, свинца и ртути превышений допустимого уровня не установлено. Максимальные содержания кадмия и свинца установили в комбикормах – 0,029 и 3,6 мг/кг при максимально допустимом уровне (МДУ) 0,4 и 5,0 мг/кг, соответственно.

В одной пробе кормов и кормовых добавок содержание ртути составляло $0,01 \pm 0,003$ мг/кг, в остальных пробах – не обнаружено.

Таким образом, в кормах и кормовых добавках превышений МДУ кадмия, свинца и ртути не установили.

Продукция животноводства. В молоке коров содержание свинца составляло – $0,02 \pm 0,01$ – $0,07 \pm 0,03$, кадмия – $0,003 \pm 0,001$ – $0,019 \pm 0,010$ мг/кг. Максимальные показатели ниже ПДК в 1,43 и 1,58 раза, соответственно. Содержание свинца в казеине – $0,06 \pm 0,03$ – $0,21 \pm 0,08$, кадмия – $0,015 \pm 0,007$ – $0,096 \pm 0,040$ мг/кг, т.е. максимальные показатели ниже ПДК в 1,43 и 2,08 раза, соответственно.

При исследовании зависимости содержания кадмия и свинца в молочной продукции от массовой доли жира установили, что содержание свинца в кефире и ряженке с массовой долей жира 2,5 %; молоке – 3,2 %; сметане – 15 % повышается с увеличением жирности и составляло $0,045 \pm 0,02$; $0,043 \pm 0,02$; $0,050 \pm 0,03$ и $0,063 \pm 0,03$ мг/кг, соответственно. Повышения содержания кадмия с увеличением массовой доли жира не установили.

Содержание кадмия в одной пробе мяса птицы составляло $0,070 \pm 0,002$ мг/кг, что превышало ПДК в 1,4 раза. В среднем же концентрация элемента в продукции составляла 0,2 ПДК.

В одной пробе рыбы выявили превышение ПДК кадмия в 1,6, колбасных изделий – 8,1 раза.

В свинине, говядине, печени, почках, полуфабрикатах мясных, яйцах превышений ПДК кадмия и свинца не установили.

Содержание ртути в продукции животноводства ниже порога чувствительности прибора.

Анализ изученных данных по показателям безопасности позволяет считать, что молоко коров Чувашской Республики и ее продукция соответствует требованиям нормативно-технической документации. Также установили, что концентрация свинца в молочной продукции повышалась с увеличением массовой доли жира.

Содержание кадмия в мясе птицы, рыбе и колбасных изделиях превышало ПДК в 1,4; 1,6 и 8,1 раза. Превышений ПДК свинца не установили.

Результаты мониторинга свидетельствуют об отдельных загрязнениях кадмием объектов окружающей среды и ветеринарного надзора аграрного региона.

3. Миграция тяжелых металлов в трофической цепи осадки сточных вод – почва – растения – животные и мероприятия, направленные на снижение их поступления

3.1. Содержание тяжелых металлов в осадках сточных вод и их миграция в почву полевых опытных участков

В осадках сточных вод (ОСВ), находившихся на захоронении в иловых площадках с 1997 года, влажностью 44,5 %, содержание кадмия составляло 4,6, свинца – 18,8, ртути – 0,18, меди – 645,4 и цинка – 877,8 мг/кг сухого вещества.

Для изучения содержания тяжелых металлов в почве при использовании ОСВ в качестве удобрения проводили мелкоделяночные опыты на серой лесной почве Чебоксарского района Чувашской Республики (ЧР).

Содержание ртути в контрольном варианте составляло $0,03 \pm 0,004$ мг/кг, а опытных вариантах – $0,05 \pm 0,006$ – $0,1 \pm 0,01$ мг/кг, при ОДК 5 мг/кг.

Содержание кадмия в опытных вариантах увеличивалось с повышением дозы внесения ОСВ и составляло – $0,61 \pm 0,05$; $0,68 \pm 0,04$; $0,73 \pm 0,04$ и $0,78 \pm 0,03$

мг/кг ($P < 0,05$), соответственно, что по сравнению с контролем выше в 1,1; 1,2; 1,3 и 1,4 раза, соответственно, при ОДК кадмия 0,5-2,0 мг/кг.

Содержание свинца по сравнению с контролем при внесении ОСВ в качестве удобрения составляло $5,91 \pm 0,05$; $6,74 \pm 0,24$; $7,40 \pm 0,41$ и $8,49 \pm 0,31$ мг/кг ($P < 0,05$), соответственно, при ОДК свинца 32-130 мг/кг.

Содержание меди в опытных вариантах также увеличивалось и составляло $29,3 \pm 0,40$; $40,7 \pm 0,63$; $48,3 \pm 0,41$ и $67,2 \pm 0,48$ мг/кг, что выше контроля в 1,6; 2,2; 2,6 и 3,6 раза ($P < 0,05$), при ОДК меди 33-132 мг/кг.

В опытных вариантах при внесении ОСВ в дозах 30, 60, 120 и 240 т/га содержание цинка увеличивалось и составляло – $63,7 \pm 0,41$; $82,5 \pm 0,48$; $96,6 \pm 0,41$ и $121,4 \pm 0,41$ мг/кг, что в 1,2; 1,6; 1,8 и 2,3 раза выше контроля ($P < 0,05$), при ОДК цинка 55-220 мг/кг.

Содержание тяжелых металлов в почве опытных участков сравнивали с контролем. Установили, что с повышением дозы внесения ОСВ содержание кадмия увеличивалось в 1,4; свинца – 1,7; меди – 3,6; цинка – 2,3 раза. Превышений ОДК тяжёлых металлов в почве не установили.

Таким образом, при однократном внесении в качестве удобрения ОСВ влажностью 44,5 % в дозах 30, 60, 120 и 240 т/га содержание ТМ в почве не превышало ориентировочно допустимых концентраций.

3.2. Миграция тяжелых металлов из почвы в корма

После внесения в почву осадков сточных вод, посеяли морковь сорта Лосиноостровская 13 и столовую свеклу – Бордо 237.

Установили, что содержание тяжелых металлов в листьях по сравнению с контролем недостоверно увеличивалось с повышением дозы внесения ОСВ в качестве удобрения: кадмий в листьях моркови в 2,4; свинец – 2,5; медь – 1,7; цинк – 2,2 раза; в листьях свеклы – кадмий в 1,8; свинец – 2,1; медь – 2,2 и цинк – 1,2 раза.

Содержание ТМ в корнеплодах также недостоверно увеличивалось: в моркови кадмия – в 1,3; свинца – 1,6; меди – 2,4 и цинка – 1,6 раза; в свекле – кадмия в 1,3; свинца – 1,9; меди – 1,6 и цинка – 2,1 раза.

Результаты исследований свидетельствовали о том, что содержание ртути в кормах ниже порога чувствительности прибора.

Установили, что использование ОСВ в дозах 30 и 60 т/га повышало урожайность моркови сорта Лосиноостровская 13 на 12,1 и 24,4 % ($P<0,05$) и столовой свеклы – Бордо 237 – на 8,2 и 16,1 % ($P<0,05$), соответственно.

Увеличение доз внесения ОСВ до 120 и 240 т/га привело к снижению урожайности моркови на 6,7 и 15,3 % ($P<0,05$), свеклы – 4,8 и 8,1 % ($P<0,05$), соответственно.

Таким образом, полученные данные свидетельствовали о том, что содержание ТМ в кормах не превышало МДУ, увеличение их концентрации зависело от видовой особенности, органа растения и дозы внесения ОСВ.

Анализируя результаты исследований миграции кадмия, свинца, ртути, меди и цинка из ОСВ в почву, корма и учитывая урожайность моркови, свеклы, мы считаем возможным рекомендовать разовое внесение ОСВ очистного сооружения г. Новочебоксарска ЧР в качестве удобрения на серых лесных почвах под сельскохозяйственные культуры в количестве до 30 т/га.

3.3. Миграция тяжелых металлов из кормов в организм животных

Содержание кадмия в организме лабораторных животных контрольной группы было близко к допустимому уровню (ДУ) и в печени составляло $0,21\pm 0,01$ при ДУ 0,3 мг/кг, почках – $0,80\pm 0,04$ при ДУ 1,0 мг/кг, мышечной ткани – $0,04\pm 0,01$ мг/кг при ДУ 0,05 мг/кг (табл. 1).

В среднем содержание кадмия в печени составляло $0,34\pm 0,02$ ($P<0,01$) при ПДК 0,3 мг/кг, почках – $1,13\pm 0,04$ ($P<0,01$) при ПДК 1,0 мг/кг; в мышечной ткани – $0,05\pm 0,01$ ($P<0,01$) при ПДК 0,05 мг/кг.

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов в органах и ткани, мг/кг

ТМ	Печень						
	ДУ	1 группа	2 группа	3 группа	4 группа	5 группа	
Cd	0,3	0,21±0,01	0,22±0,01	0,33±0,01*	0,39±0,0109*	0,42±0,02*	
Pb	0,6	0,12±0,01	0,07±0,01*	0,12±0,01*	0,19±0,01*	0,34±0,02*	
Cu	20,0	9,56±0,53	7,80±0,15*	8,94±0,35	6,98±0,09*	8,22±0,33	
Zn	100	52,18±1,77	53,51±2,24	60,96±0,79**	84,35±4,96**	99,82±2,46*	
		Почки					
Cd	1,0	0,80±0,04	0,90±0,01*	1,01±0,02*	1,27±0,0207*	1,34±0,04*	
Pb	1,0	0,34±0,02	0,39±0,01	0,42±0,01	0,49±0,01*	0,59±0,01*	
Cu	20,0	8,09±0,24	7,14±0,27*	8,95±0,14**	7,37±0,41	7,83±0,16	
Zn	100,0	39,03±1,26	36,19±0,84	42,43±1,52	100,82±1,33*	87,64±1,65*	
		Мышечная ткань					
Cd	0,05	0,04±0,01	0,04±0,01	0,04±0,01	0,05±0,01*	0,06±0,01*	
Pb	0,5	0,04±0,01	0,06±0,01***	0,06±0,01*	0,10±0,01*	0,19±0,01**	
Cu	5,0	1,66±0,15	2,17±0,18	2,19±0,12	1,31±0,09	2,04±0,07	
Zn	70,0	39,78±1,66	39,83±0,58	41,56±1,34	32,10±1,55*	22,50±0,90*	

* - $P < 0,05$, ** - $P < 0,01$, *** - $P < 0,001$

Полученные результаты свидетельствуют о том, что содержание кадмия в мышечной ткани не превышало ДУ, печени и почках превышало – в 1,13 раза.

Содержание свинца в печени, почках и мышечной ткани в среднем составляло: $0,18 \pm 0,02$, $0,47 \pm 0,03$ ($P < 0,05$) и $0,10 \pm 0,01$ ($P < 0,01$) мг/кг, что выше контроля в 1,5, 1,4 и 2,5 раза.

Максимальное содержание ртути $0,004 \pm 0,001$ установили в мышечной ткани, печени и почках опытных животных 5 группы.

Содержание меди в печени животных опытных групп в среднем составляло $7,99 \pm 0,21$ мг/кг ($P < 0,05$); почках – $7,82 \pm 0,20$ при ДУ 20,0 мг/кг мышечной ткани – $1,93 \pm 0,10$ при ДУ 5,0 мг/кг. Содержание меди в печени и почках ниже в 1,2 и 1,03 раза, мышечной ткани выше в 1,2 раза, чем в контроле.

Содержание цинка в печени, почках и мышечной ткани, опытных групп в среднем составляло: $74,66 \pm 4,45$ ($P < 0,01$), $66,77 \pm 6,44$ и $33,99 \pm 1,81$ мг/кг, что выше 1,4 и 1,7 раза и ниже в 1,2 раза, соответственно, чем в контроле.

В почках животных четвертой группы накопление цинка достигало $100,82 \pm 1,33$ при ДУ 100 мг/кг.

Таким образом, накопление тяжелых металлов в печени, почках и мышечной ткани, происходило неравномерно. Установили превышения ДУ кадмия в печени в 1,4, почках – 1,3 и мышечной ткани в 1,3 раза.

Содержание цинка в почках животных 4 группы достигало ДУ (100 мг/кг) и составляло $100,82 \pm 1,33$ мг/кг. Превышений ДУ свинца, ртути и меди не установили.

3.4. Влияние натриевой соли оксиэтилидендифосфоновой кислоты на содержание тяжелых металлов в организме животных

Эмперическая формула натриевой соли оксиэтилидендифосфоновой кислоты (Na-ОЭДФК) – $\text{NaC}_2\text{H}_7\text{O}_7\text{P}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$. Это белое кристаллическое вещество, обладающее мелкодисперсной структурой, стойкое к «слеживанию», хорошо растворимое в воде, относящееся к комплексонам.

Для проведения исследований с использованием Na-ОЭДФК сформировали 5 групп животных по 5 голов в каждом варианте живой массой 585-630 г, которые в течение 90 суток получали до 44 % рациона в виде кормов, выращенных с использованием ОСВ.

В контрольной группе животных содержание кадмия превышало ДУ и составляло в печени – $0,96 \pm 0,04$ при ДУ 0,3 мг/кг; почках – $5,80 \pm 0,09$ при ДУ 1,0 мг/кг, мышечной ткани – $0,09 \pm 0,01$ при ДУ 0,05 мг/кг.

Превышение предельно-допустимых концентраций тяжелых металлов в печени, почках и мышечной ткани контрольной группы взрослых особей свидетельствует о том, что с возрастом они накапливаются в органах и тканях животных.

Содержание свинца в печени, почках и мышечной ткани животных контрольной группы составляло $0,22 \pm 0,02$; $0,53 \pm 0,03$ и $0,07 \pm 0,01$ мг/кг, в опытных группах среднее содержание свинца составляло – $0,14 \pm 0,01$ ($P < 0,01$); $0,38 \pm 0,02$ ($P < 0,01$); $0,06 \pm 0,01$ мг/кг, соответственно, что ниже контрольных показателей в 1,6; 1,4 и 1,3 раза.

Содержание меди в печени и почках контрольной группы составляло $72,65 \pm 2,55$, $54,71 \pm 2,40$ при ДУ – 20,0 мг/кг, мышечной ткани – $26,27 \pm 1,48$ при ДУ 5,0 мг/кг. В опытных группах содержание меди в среднем составляло $24,26 \pm 2,33$ ($P < 0,01$); $12,50 \pm 2,57$ ($P < 0,01$) и $7,89 \pm 0,47$ мг/кг ($P < 0,01$), соответственно.

Содержание цинка в печени, почках и мышечной ткани контрольной группы составляло $186,48 \pm 15,64$ при ДУ - 100,0; $123,95 \pm 5,12$ мг/кг при ДУ – 100,0; $86,61 \pm 5,82$ при ДУ – 70,0 мг/кг, соответственно. В опытных группах в среднем – $57,79 \pm 8,19$ ($P < 0,01$); $57,17 \pm 5,80$ ($P < 0,01$) и $58,73 \pm 5,96$ ($P < 0,05$) мг/кг.

Таким образом, применение натриевой соли оксиэтилидендифосфоновой кислоты снизило содержание ТМ, в организме животных и наиболее оптимальной дозой явилось 0,3 г Na-ОЭДФК на голову.

4. Динамика биохимических показателей сыворотки крови морских свинок

4.1. Биохимические показатели сыворотки крови

животных при использовании кормов, выращенных на почвах с внесением осадков сточных вод

При исследовании биохимических показателей сыворотки крови животных установили, что содержание общего белка в сыворотке крови контрольной группы находилось на уровне $59,14 \pm 1,36$ г/л. В опытных группах содержание общего белка составляло в пределах $60,06 \pm 0,81$ – $52,60 \pm 1,40$ г/л. Во 2 группе содержание общего белка по сравнению с контрольным показателем повышалось в 1,02 раза, а в 3-5 опытных группах понижалось в 1,04; 1,10 и 1,13 раза ($P < 0,05$), соответственно (табл. 2).

Таблица 2

Биохимические показатели сыворотки крови морских свинок

Показатель	Группы животных				
	1	2	3	4	5
Общий белок, г/л	59,14±1,36	60,06±0,81	56,92±1,58	54,02±1,65	52,60±1,40
Альбумины, %	66,42±0,64	66,22±1,66	61,12±2,12*	55,36±0,85*	52,36±0,84*
α-глобулины, %	7,20±0,44	8,02±1,30	10,56±1,61	11,98±0,19*	14,88±0,35*
β-глобулины, %	8,50±0,57	8,46±0,28	10,42±0,84	15,82±0,94*	16,78±0,88*
γ-глобулины, %	17,88±1,47	17,30±0,37	17,90±0,18	16,84±0,25	15,98±0,16
Белковый коэффициент	1,98±0,06	1,99±0,13	1,60±0,13*	1,24±0,04*	1,10±0,04*

*P<0,05

Содержание альбуминов в сыворотке крови животных контрольной группы составляло 66,42±0,64 %, опытных – 66,22±1,66-52,36±0,84 %. Устойчивое снижение уровня альбуминов в сыворотке крови установили в 3-5 группах – в 1,09 (P<0,05); 1,20 (P<0,05) и 1,27раза (P<0,05), соответственно.

Уровень α-глобулиновых фракций в контрольной группе составляло 7,20±0,44 %, а в опытных группах содержание α-глобулинов повышалось – 8,02±1,30-14,88±0,35 %, что выше контроля в 1,11; 1,47; 1,66 (P<0,05) и 2,07 раза (P<0,05), соответственно.

Фракция β-глобулинов во 2 группе незначительно снижалась, 3-5 группах повышалась в 1,23 (10,42±0,84 %); 1,86 (15,82±0,94 %) P<0,05; 1,97 раза (16,78±0,88 %) P<0,05, соответственно, по сравнению с контролем.

Содержание γ-глобулинов в сыворотке крови 2; 4 и 5 опытных групп недостоверно снижалось и составляло 17,30±0,37-15,98±0,16 % по сравнению с контрольной – 17,88±1,47 %. В сыворотке крови животных 3 группы содержание γ-глобулинов незначительно повышалось – 17,90±0,18 %.

Альбумин-глобулиновый коэффициент (белковый коэффициент) в контрольной группе составлял 1,98±0,06, а в опытных – 1,99±0,13-1,10±0,04.

Количество общего кальция в сыворотке крови животных контрольной группы составляло $9,30 \pm 0,27$ мг %, у животных опытных групп – $8,90 \pm 0,17$; $8,50 \pm 0,14$ ($P < 0,05$); $7,60 \pm 0,13$ ($P < 0,05$) и $7,05 \pm 0,12$ мг %, ($P < 0,05$), что ниже контроля в 1,04; 1,09; 1,22 и 1,32 раза, соответственно.

Содержание неорганического фосфора в сыворотке крови животных контрольной группы составляло $4,97 \pm 0,09$ мг %, опытных групп – $4,87 \pm 0,16$; $5,11 \pm 0,13$; $5,61 \pm 0,34$ и $6,06 \pm 0,18$ мг %, ($P < 0,05$) соответственно, что выше контроля в 3-5 группах в 1,03, 1,15 и 1,22 раза.

Таким образом, динамика биохимических показателей сыворотки крови морских свинок опытных групп при содержании в их рационе кормов, выращенных с применением ОСВ в качестве удобрения в дозах 30; 60; 120 и 240 т/га, характеризуется снижением содержания общего белка, альбуминов и повышением глобулинов за счет увеличения количества α и β - глобулинов, с одновременным понижением γ -глобулинов, что свидетельствует о нарушении белковообразовательной функции. Установлено снижение уровня общего кальция и повышение – неорганического фосфора с нарушением их соотношения.

4.2. Биохимические показатели сыворотки крови животных при применении натревой соли оксэтилидендифосфоновой кислоты

Количество общего белка в сыворотке крови морских свинок контрольной группы находилось на уровне $51,18 \pm 1,30$ г/л, в опытных группах – в пределах $53,12 \pm 0,81$ - $48,62 \pm 1,01$ г/л. В сыворотке крови 2-4 опытных групп количество общего белка, по сравнению с контролем, незначительно увеличивалось, а в 5 группе – уменьшалось.

Уровень альбуминов в сыворотке крови животных контрольной группы составлял $50,08 \pm 0,43$ %, 2 группы незначительно понижался – $49,86 \pm 0,48$ %, а в 3-5 группах незначительно повышался – $50,56 \pm 0,43$; $50,72 \pm 0,32$; $50,16 \pm 0,45$ %, соответственно.

Белковая фракция α -глобулинов в сыворотке крови контрольной группы составляла $17,50 \pm 0,59$ %, а во 2-4 группах – $16,76 \pm 0,40$; $16,74 \pm 0,33$; $17,08 \pm 0,27$ %, в 5 группе – $16,02 \pm 0,36$ %, т.е. наблюдалось понижение альбуминов.

Фракция β -глобулинов в сыворотке крови контрольной группы составляла $18,22 \pm 0,73$ %, а в опытных группах находилась в пределах $17,68 \pm 0,77$ - $19,16 \pm 0,66$ %, в 3 и 4 группах содержание фракция β -глобулинов оказалось ниже в 1,03 и 1,02 раза, а во 2 и 5 опытных группах выше в 1,02 и 1,05 раза, соответственно.

Содержание γ -глобулинов в сыворотке крови животных контрольной группы находилось на уровне $14,20 \pm 0,52$ %, а в опытных – $14,28 \pm 0,42$ - $15,02 \pm 0,33$ %, т.е. наблюдалось незначительное увеличение γ -глобулинов.

Альбумин-глобулиновый коэффициент в контрольной группе составлял $1,00 \pm 0,02$, а в опытных группах – $0,99 \pm 0,02$ - $1,03 \pm 0,02$.

Содержание общего кальция в сыворотке крови животных контрольной группы находилось на уровне $6,75 \pm 0,18$ мг %, опытных групп – в пределах $6,55 \pm 0,15$ - $7,25 \pm 0,18$ мг %, в 3 и 4 группах незначительно повышалось, во 2 и 5 группах – понижалось.

Содержание неорганического фосфора в сыворотке крови животных контрольной группы составляло $8,02 \pm 0,25$ мг %, опытных групп – $7,04 \pm 0,19$ - $8,07 \pm 0,18$ мг %, во 2 группе незначительно понижалось, в 3 и 4 группах – в 1,03 и 1,14 раза, соответственно, в 5 группе незначительно повышалось.

ВЫВОДЫ

1. Впервые проведен комплексный мониторинг атмосферного воздуха, воды, почвы, кормов и продукции животноводства на содержание кадмия, свинца, ртути, меди и цинка с анализом экологической ситуации и состояния обмена веществ крупного рогатого скота и свиноматок на территории Чувашской Республики для обоснования возможности использования осадков сточных вод в качестве удобрений под кормовые культуры.

2. При проведении мониторинга установлено:

- почва сельскохозяйственного назначения содержит (в мг/кг сухого вещества) свинца – 1,4-14,9; меди – 10,9-29,6; цинка – 41,7-73,6 без превышения ОДК; в промышленной зоне загрязнение кадмием, свинцом, медью и цинком превышает ОДК, соответственно в 4; 126; 81; 37 раз;

- молоко и молочная продукция, производимая в Чувашской Республике, по содержанию тяжелых металлов соответствует требованиям нормативных документов;

- превышение ПДК кадмия в воде в 2 раза, в мясе птицы – 1,4, рыбе – 1,6, колбасных изделиях – 8,1 раза.

3. Использование осадков сточных вод в качестве удобрения в дозах 30; 60; 120 и 240 т/га привело к увеличению содержания кадмия в почве в 1,4; свинца – 1,7; меди – 3,6; цинка – 2,3 раза без превышения ОДК тяжелых металлов в почве опытных участков.

4. Внесение ОСВ в почву привело к повышению содержания кадмия в листьях моркови и свеклы в 2,4 и 1,8; свинца – 2,5 и 2,1; меди – 1,7 и 2,2; цинка – 2,2 и 1,2 раза, соответственно. В корнеплодах моркови и свеклы содержание кадмия увеличилось в 1,3; свинца – 1,6 и 1,9; меди – 2,4 и 1,6; цинка – 1,6 и 2,1 раза, соответственно без превышения МДУ тяжелых металлов в кормах.

5. Скармливание морским свинкам кормов, выращенных на почвах с использованием ОСВ в дозе 240 т/га, в количестве 43 % от рациона привело к превышению ДУ кадмия в мышечной ткани в 1,3; печени – 1,4 и почках – 1,3 раза.

6. Добавление в рацион натриевой соли оксиэтилендифосфоновой кислоты привело к снижению содержания тяжелых металлов в организме лабораторных животных в 1,5-16,2 раза. Установлена оптимальная доза препарата в количестве 1,5 г на 1,0 кг корма.

7. Повышение содержания тяжелых металлов в организме морских свинок за счет скармливания опытных кормов привело к уменьшению концентрации общего белка в 1,13 ($P<0,05$), альбуминов – 1,27 ($P<0,05$) и общего кальция – 1,32 ($P<0,05$) раза. Содержание неорганического фосфора увеличилось в 1,22 раза ($P<0,05$). Повышение количества глобулинов произошло за счет увеличения альфа- и бета-глобулиновых фракций в 2,07 ($P<0,05$) и 1,97 раза ($P<0,05$), соответственно, при одновременном уменьшении гамма-глобулиновой фракции в 1,12 раза.

8. Установлена положительная динамика биохимических показателей крови лабораторных животных при применении натриевой соли оксиэтилендифосфоновой кислоты в дозе 1,5 г на 1,0 кг корма.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. На основании результатов исследований разработаны «Методические рекомендации по применению осадков сточных вод в качестве удобрений в условиях Чувашской Республики» (утверждены ФГОУ ВПО «Чувашской государственной сельскохозяйственной академией» от 27.10.2009 г).

2. Результаты исследований содержания тяжелых металлов в биологической цепи имеют региональное значение. Полученные данные подтверждают необходимость проведения систематического контроля показателей безопасности объектов ветеринарного надзора в условиях аграрного региона и разработки мероприятий по снижению их миграции с учетом специфических особенностей Чувашской Республики.

3. Рекомендовано нормированное использование осадков сточных вод в качестве удобрения с учетом содержания тяжелых металлов в почве и кормах в дозе до 30 т/га.

4. Натриевая соль оксиэтилидендифосфоновой кислоты может быть применена при отравлении солями тяжелых металлов для снижения их негативного действия на организм животных.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Щипцова, Н.В. Влияние качества кормов на обмен веществ крупного рогатого скота /Н.В. Щипцова, Г.А. Ларионов //Вклад молодых ученых в развитие АПК. Пермский аграрный вестник: Сборник научных трудов LXVI всерос. науч.-практ. конф. молодых учёных, аспирантов и студентов.

- Пермь. - 2007. - Вып. XVII. Ч. 2. - С. 53-56.

2. Щипцова, Н.В. Биохимические исследования – показатель состояния здоровья животных /Н.В. Щипцова, Г.А. Ларионов //Роль молодых ученых в реализации приоритетного национального проекта «Развитие АПК»: мат. III науч.-практ. конф. молодых ученых и студентов. - Чебоксары: полиграфический отдел ФГОУ ВПО ЧГСХА, 2007.- С. 46-49.

3. Щипцова, Н.В. Анализ состояния обмена веществ сельскохозяйственных животных и профилактика его нарушений /Н.В. Щипцова //Роль ученых в реализации приоритетного национального проекта «Развитие АПК»: мат. всерос. науч.-практ. конф. - Чебоксары: полиграфический отдел ФГОУ ВПО ЧГСХА, 2007. - Т. 1. - С. 178-181.

4. Щипцова, Н.В. Осадки сточных вод и их влияние почву /Н.В. Щипцова, Г.А. Ларионов //Роль ученых в реализации приоритетного национального проекта «Развитие АПК»: мат. всерос. науч.-практ. конф. - Чебоксары: полиграфический отдел ФГОУ ВПО ЧГСХА, 2007. - Т. 1. - С. 91-93.

5. Щипцова, Н.В. Роль воды в организме животных и ее санитарно-химические показатели /Н.В. Щипцова, Г.А. Ларионов //Молодежь и наука XXI

века: мат. межрегион. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов. - Чебоксары: полиграфический отдел ФГОУ ВПО ЧГСХА, 2007. - С. 55-58.

6. Щипцова, Н.В. Показатели безопасности молока коров и продукции переработки /Н.В. Щипцова, Г.А. Ларионов //Учёные записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. - Казань, 2008. - Т. 193. - С. 254-256.*

7. Щипцова, Н.В. Влияние осадков сточных вод на содержание тяжелых металлов в почве и овощах /Н.В. Щипцова, Г.А. Ларионов //Перспективные технологии для современного сельскохозяйственного производства: мат. всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию проф. М.И. Голдобина - Чебоксары: полиграфический отдел ФГОУ ВПО ЧГСХА, 2008. - С. 124-127.

8. Щипцова, Н.В. Инновационные подходы к изучению безопасности сельскохозяйственной продукции /Н.В. Щипцова, Г.А. Ларионов //Наука в развитии села: мат. респ. науч.-практ. конф. - Чебоксары: полиграфический отдел ФГОУ ВПО ЧГСХА, 2009. - С. 30-34.

**-публикации в центральных изданиях согласно перечню ВАК России*

ВНИИВСГЭ, 2009 г., 123022, г. Москва, Звенигородское шоссе, д. 5

Заказ *333/1*

Тираж 80 экз.

09-23031



2008154980