На правах рукописи

ЛАРИОНОВ ГЕННАДИЙ АНАТОЛЬЕВИЧ

СИСТЕМА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЦЕПИ: ПОЧВА - РАСТЕНИЕ - ЖИВОТНОЕ - ПРОДУКЦИЯ

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

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора биологических наук

Москва-2005

Работа выполнена на кафедре технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции **ФГОУ** ВПО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия»

Официальные оппоненты:
доктор биологических наук
Захарова Любовь Львовна;

доктор биологических наук,
профессор Дорожкин Василий Иванович;

доктор ветеринарных наук,
профессор Алексеев Геннадий Александрович

Ведущее учреждение - **ФГОУ ВПО** «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия»

Защита диссертации состоится 5 октября 2005 г. в 10 00 часов на заседании диссертационного совета Д 006.008.01 при Всероссийском научно-исследовательском институте ветеринарной санитарии, гигиены и экологии по адресу: 123022, Москва, Звенигородское шоссе, д. 5, ВНИИВСГЭ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Всероссийского научно-исследовательского института ветеринарной санитарии, гигиены и экологии.

Автореферат разослан 4 07 2005 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Е.С. Майстренко

Условные сокращения

ААС - атомно-абсорбционная спектрофотометрия
МДУ - максимально допустимый уровень
МОК - меднооксиэтилидендифосфоновый комплекс
ОАО - открытое акционерное общество
ОДК - ориентировочная допустимая концентрация
ОСВ - осадки сточных вод
ПДК - предельно допустимая концентрация
СЗЗ - санитарно-защитная зона
СОМ - сухое обезжиренное молоко
СХК - сельскохозяйственный комплекс
ТМ - тяжелые металлы
ЧГМЗ - Чебоксарский городской молочный завод
ЧМК - Чебоксарский мясокомбинат
ЧР - Чувашская Республика

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В атмосферу, водные бассейны, почвы и другие объекты внешней среды ежегодно поступают сотни тысяч тонн загрязняющих веществ, среди которых наиболее токсичными являются соли тяжелых металлов (Ван Мансвельт Я.Д., Дж. Мюллер, 1994; Волошин Е.И., 1997; Кочуров Б.И., 1995; Грибовский ГЛ., 1996; Котов Н.А., 2001; Canelaria L.M, Chand A.C., Amrheia C, 1995; Sevaljeic V., Milovac M., Zavko K., Klaudija B., 2000). Увеличивается их поступление и воздействие на организм животных (Быкова А.В., 1975; Крайнов СР., 1993; Кузнецова А.И. и др., 1994; Соснин Н.О., 1995; Бурлакова Е.Б., 2000; Энеев С, 2004; Иванов В., 2004; Buk W.B., 1978; Suttle N.F., 1980). Последствия данного процесса в настоящее время невозможно прогнозировать, так как биологическое действие малых количеств тяжелых металлов на организм сельскохозяйственных животных изучено недостаточно.

Решение вопросов индикации тяжелых металлов в биосубстратах, их миграция в биологических цепях и взаимодействие в организме сельскохозяйственных животных является актуальной проблемой и имеет научное и практическое' значение.

Имеется несколько основных источников поступления тяжелых металлов (ТМ) в почвы: металлургические предприятия, электростанции, сжигающие уголь, автотранспорт, химические средства защиты сельскохозяйственных культур от болезней и вредителей, осадки городских сточных вод. Загрязненные почвы приводят к обогащению растений ТМ. Избыточное содержание ТМ в растениях отрицательно сказывается на их росте и развитии, уменьшает выход продукции, ухудшает ее качество. В вегетативной массе кормовых культур накопление ТМ может достичь опасного уровня для здоровья сельскохозяйственных животных без достаточно заметных внешних проявлений угнетения растений и может быть причиной контаминации продуктов животного происхождения.

Одной из актуальных проблем для многих стран стала проблема утилизации осадков городских сточных вод, объединяющих, как правило, бытовые и промышленные воды. Осадки сточных вод (ОСВ), прошедшие предварительно обеззараживание, могли бы стать очень ценным органическим удобрением, богатым всеми элементами питания, особенно такими дефицитными, как азот, фосфор, калий. Однако во многих случаях ОСВ содержат столь значительные количества ТМ, что делает их широкое использование в сельском хозяйстве проблематичным.

Высокое содержание ТМ в ОСВ отмечают в таких индустриально развитых странах, как Великобритания, США, Швеция, Канада, Австрия (Tiller K.G., 1986). В России уровень загрязнения ОСВ в разных населенных пунктах существенно различается, что было показано Алексеевым Ю.В. (1986) на примере городов Ленинградской области; Ильиным В.Б. (1991) на примере города Новосибирска; Овчаренко М.М. (1995) на примере города Москвы и Московской области; Михайловым Л.Н. (1998) на примере городов Самары и Тольятти; Кроль М.Ю. и соавт. (1997); Васильевым О.А. и соавт. (2004) на примере города Новочебоксарска. Однако в целом по стране этот вопрос исследован недостаточно, что требует дальнейшего изучения и мониторинга за составом ОСВ в различных регионах страны.

Цель настоящей работы - мониторинг воды, почвы, растений, кормов, животных и продукции на загрязнение тяжелыми металлами в результате выбросов в окружающую среду промыш-

ленными предприятиями, отходами производства, ненормированного использования осадков сточных вод в качестве удобрения и разработка системы мероприятий по снижению содержания кадмия, свинца, меди, цинка в цепи: почва - растение - животное - продукция.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи:**

1. Провести мониторинг воды, почвы, растений, комбикормов, мочи, кала, помета, навозных стоков, органов и тканей животных, мяса и молока коров, продукции на предмет содержания кадмия, свинца, меди, цинка в техногенно загрязненных и экологически относительно благополучных зонах Чувашской Республики с выделением сельскохозяйственных предприятий, подверженных загрязнению тяжелыми металлами, и составить карту.
2. В техногенной зоне ОАО «Химпром» г. Новочебоксарска провести исследования в производственных условиях по изучению уровня миграции тяжелых металлов в системе: почва - растение - животное с изучением основных физико-химических свойств молока коров.
3. Разработать мероприятия по повышению показателей качества молока коров с учетом их степени загрязнения солями тяжелых металлов.
4. Изучить агрохимический состав осадков промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод и влияние их нормированного использования в качестве удобрения на уровень миграции тяжелых металлов в почву, корма, органы и ткани животных.
5. Провести мониторинг тяжелых металлов в почвах с ненормированным внесением осадков сточных вод в качестве удобрения в крестьянских (фермерских) и подсобных хозяйствах граждан.
6. Разработать научно обоснованные рекомендации по использованию осадков сточных вод очистного сооружения г. Новочебоксарска Чувашской Республики в качестве удобрения и почв, загрязненных тяжелыми металлами, под кормовые культуры для сельскохозяйственных животных.
7. Изучить возможность снижения содержания тяжелых металлов в растениях с применением цеолита местного происхождения.

8. Изучить возможность использования меднооксиэтилидендифосфонового комплекса для снижения концентрации тяжелых металлов в растениях, выращиваемых на загрязненных почвах.
9. Разработать систему мероприятий по снижению миграции тяжелых металлов из почвы в растения в условиях промышленных сбросов.
10. Обосновать ориентировочные санитарно-защитные зоны для объектов, загрязняющих окружающую среду.

Научная новизна. Проведен мониторинг солей тяжелых металлов в почве, осадках сточных вод, кормах, овощах, муке, хлебобулочных изделиях, органах и тканях животных, молоке, мясе и продукции их переработки. Выявлены экологически благополучные и неблагополучные зоны ЧР. На основании исследований разработана карта техногенного загрязнения почвы и растений ЧР тяжелыми металлами.

Впервые изучен агрохимический состав осадков промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод очистного сооружения г. Новочебоксарска ЧР.

Установлен высокий уровень подвижности кадмия из ОСВ в растения, что вызывает необходимость контроля при их использовании в качестве удобрения.

Впервые предложено расширить санитарно-защитные зоны при строительстве новых объектов в пределах 5-10 км в зависимости от мощности предприятия и способов утилизации сточных вод.

При внесении ОСВ в почвы содержание ТМ возрастает в зависимости от дозы, однако их концентрация, особенно кадмия, ниже ПДК при внесении до 30 т/га, что дает возможность их разового использования. При этом в органах и тканях лабораторных животных при их кормлении с введением в рацион от 30 до 50 % корма содержание ТМ не превышало ПДК.

Почвы частных и фермерских хозяйств с ненормированным внесением ОСВ в качестве удобрения сильно загрязнены ТМ. Особенно сильное загрязнение почв установлено по кадмию - 2,1-8,2 мг/кг при ориентировочно допустимой концентрации (ОДК) 0,5-2,0 мг/кг, а в овощах превышение ПДК свинца, меди и цинка не отмечено. Содержание же кадмия достигало 0,16-0,72 мг/кг при ПДК 0,3 мг/кг.

С целью реабилитации загрязненных почв рекомендовано запретить использование ОСВ в качестве удобрения на этих почвах. Не рекомендовать ненормированное внесение ОСВ фермерами и индивидуальными хозяйствами.

Установлено положительного влияние цеолита трепел, как детоксиканта на миграцию ТМ из почвы в растения.

Изучено влияние применения меднооксиэтилидендифосфонового комплекса на содержание ТМ в растениях и на их урожайность.

Новизна научной работы подтверждена положительным решением на заявку о выдаче двух патентов:

1. Способ снижения концентрации тяжелых металлов в корнеплодах сельскохозяйственных культур при их выращивании на загрязненных почвах, № 2005107854 госрегистрации, приоритет изобретения от 21.03.2005 г.

2. Стимулятор роста и развития моркови и столовой свеклы,. № 2005107853 госрегистрации, приоритет изобретения от 21.03.2005 г.

Практическая ценность работы. В зависимости от расположения промышленных предприятий на территории ЧР установлены три экологические зоны - слабо-, средне- и сильнозагрязненные.

Установлено, что санитарно-защитная зона 1,6-2,0 км, принятая ОАО «Химпром» сильно занижена. Рекомендована ориентировочная санитарно-защитная зона 2,5-8,5 км от химического завода для выращивания кормов сельскохозяйственным животным.

Установлено, что молоко коров многих молочно-товарных ферм ЧР по плотности и массовой доле белка не отвечает современным требованиям. В связи с этим разработаны рекомендации по повышению плотности молока коров, внедренные в МТФ ЧР.

Предложены нормы внесения ОСВ в качестве удобрения с учетом концентрации кадмия, свинца, меди, цинка. Научные основы и практические рекомендации по применению ОСВ в качестве удобрений внедрены в сельском хозяйстве ЧР.

Внесение в почву и в осадки сточных вод в качестве детоксиканта цеолита трепел в дозе 5 % от массы ОСВ привело к снижению концентрации кадмия и цинка в проростках ячменя на 25

%, свинца-в 10 раз.

Получены положительные результаты по снижению содержания кадмия, цинка и меди в корнеплодах свеклы столовой и моркови в результате применения в полевых опытах МОК.

Внедрение научных разработок подтверждено актами, прилагаемыми к диссертационной работе.

Реализация результатов исследований. На основании выполненных исследований утверждены следующие нормативные документы:

1. Рекомендации по ветеринарно-санитарным и зоогигиеническим мероприятиям для крестьянских (фермерских) и подсобных хозяйств граждан (утверждены Департаментом ветеринарии Минсельхозпрода России, 1997 г.).
2. Рекомендации по повышению плотности молока коров (утверждены научно-технической секцией по животноводству и ветеринарии Министерства сельского хозяйства Чувашской Республики, 2004 г.).
3. Научные основы и практические рекомендации по применению осадков сточных вод в качестве удобрений в сельском хозяйстве Чувашской Республики (утверждены научно-техническим советом Министерства сельского хозяйства Чувашской Республики, 2004 г.).

Материалы исследований используются в учебном процессе Чувашской государственной сельскохозяйственной академии, Чувашском институте переподготовки и повышения квалификации руководящих кадров и специалистов АПК, при подготовке технологов производства и переработки сельскохозяйственной продукции, агрономов, зооинженеров, ветеринарных врачей.

Издано учебное пособие по выполнению выпускной квалификационной работы по специальности 311200 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции», утвержденное Учебно-методическим объединением вузов РФ по агрономическому образованию, 2003 г.

Издана монография «Мероприятия по снижению содержания тяжелых металлов в условиях промышленных сбросов», предназначенная для научных работников, преподавателей, аспирантов, студентов, специалистов сельского хозяйства, 2005 г.

Разработано 6 стандартов академии, издано 1 учебное пособие, 8 методических указаний к лабораторно-практическим занятиям, по выполнению курсовых и контрольных работ, утвержденные учебно-методическим советом Чувашской ГСХА. Под руководством автора студентами подготовлено и защищено 38 выпускных квалификационных работ, в том числе 7 работ Государственной аттестационной комиссией рекомендовано к внедрению в производство.

Апробация работы. Основные материалы диссертации доложены на ученых советах ВНИИВСГЭ и Чувашской ГСХА, межлабораторном совещании сотрудников ВНИИВСГЭ и межкафедральных совещаниях Чувашской ГСХА, научно-производственной конференции по зоогигиене «Энергосберегающие технологии содержания сельскохозяйственных животных» (Орел, 1995), Чувашской Республиканской конференции по экологическому образованию (Чебоксары, 1995), III Всероссийской научно-практической конференции «Антропогенные воздействия и здоровье человека» (Калуга, 1996), Региональной научно-практической конференции «Научные основы развития адаптивного земледелия» (Чебоксары, 1998), третьей Международной научно-технической конференции «Пища. Экология. Человек» (Москва, МГУПБ, 1999), Межрегиональной научно-практической конференции «Плодородие почвы - основа высокоэффективного земледелия» (Чебоксары, 2000), научно-производственной конференции по актуальным проблемам ветеринарии и зоотехнии (Казань, КГАВМ, 2001 г.), пятой Международной научно-технической конференции «Пища. Экология. Человек» (Москва, МГУПБ, 2003), Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы ветеринарной медицины» (Ульяновск, УГСХА, 2003), научно-практической конференции «Актуальные проблемы ветеринарии и зоотехнии в XXI веке» (Самара, СГСХА, 2004), Межрегиональной научно-производственной конференции «Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства» (Йошкар-Ола, МГУ, 2004), Всероссийской научно-практической конференции «Агроэкологические проблемы сельскохозяйственного производства в условиях антропогенного загрязнения» (Ульяновск, УГСХА, 2004), Между-

народной научно-практической конференции «Состояние и проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии в животноводстве» (Чебоксары, ВНИИВСГЭ, 2004), Международной научно-практической конференции «Научное наследие П.Н. Кулешова и современное развитие зоотехнической науки и практики животноводства» (Москва, МСХА им. К.А.'Тимирязева, 2004), научно-практической конференции «Молодые ученые - сельскому хозяйству Чувашской Республики» (Чебоксары, ЧГСХА, 2005), I-VII Всероссийской конференции-фестивале творчества студентов «Юность Большой Волги» (Чебоксары, 1999-2005 гг.), итоговых научных конференциях профессорско-преподавательского состава и аспирантов Чувашской ГСХА (Чебоксары, 1998-2005 гг.), расширенном заседании сотрудников кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции с участием преподавателей ряда кафедр ФГОУ ВПО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия» (Чебоксары, 2005).

Основные научные положения диссертации, выносимые на защиту.

На защиту выносятся следующие научные положения диссертации:

1. Результаты исследований по изучению накопления солей ТМ в воде, почве, растениях, комбикормах, моче, кале, помете и сточных водах, органах и тканях животных, молоке и мясе и продукции их переработки.
2. Мониторинг солей ТМ в ОСВ, используемых в качестве удобрения нормированно и ненормированно, в почвах, растениях, животных.
3. Нормы внесения ОСВ с учетом концентрации кадмия, свинца, меди, цинка в качестве разового удобрения.
4. Применение цеолита и меднооксиэтилидендифосфонового комплекса для снижения миграции ТМ из почвы в растения и увеличения их урожайности.
5. Обоснование санитарно-защитных зон промышленных предприятий.

Публикации. По материалам диссертационной работы опубликовано 46 печатных работ, в том числе в сборнике научных трудов Всероссийского научно-исследовательского институ-

та ветеринарной санитарии, гигиены и экологии «Проблемы ветеринарной санитарии и экологии», журналах «Ветеринария», включенных в перечень периодических научных и научно-технических изданий, в которых рекомендуется публикация основных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора наук, а также в одной монографии.

Структура и объем работы. Диссертация изложена на 331 страницах компьютерного текста и состоит из введения, обзора литературы, собственных исследований, обсуждения результатов исследований, выводов, предложений для практики, списка использованной литературы, включающего 388 источников отечественных и зарубежных авторов^ приложений. Материалы диссертации включают 72 таблицы, 8 рисунков.

2. СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Место, сроки, условия и организация проведения опытов

Экспериментальные работы по теме проведены в 1994-2004 гг. на базе кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции и межкафедральной биохимической лаборатории Чувашской государственной сельскохозяйственной академии; лаборатории токсикологии Всероссийского научно-исследовательского института ветеринарной санитарии, гигиены и экологии (ВНИИВСГЭ); кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы Московского государственного университета прикладной биотехнологии (МГУПБ); лаборатории анализа почвы филиала Федерального государственного учреждения «Специализированная инспекция аналитического контроля» Чувашской Республики по Приволжскому региону (ФГУ «СИАК по ПР» по ЧР); Аккредитованной Испытательной лаборатории Федерального государственного учреждения «Чувашская Республиканская ветеринарная лаборатория»; Аккредитованной Испытательной лаборатории Федерального государственного учреждения «Чувашский центр стандартизации, метрологии и сертификации» (ИЛ ФГУ «ЧЦСМС»); Аккредитованного Испытательного лабораторного центра Федерального государственного учреждения «Центр

Госсанэпиднадзора в Чувашской Республике» Министерства здравоохранения Российской Федерации (АИЛЦ ФГУ «ЦГСЭН» в ЧР); лабораторий предприятий, перерабатывающих сельскохозяйственную продукцию; сельскохозяйственных предприятий, находящихся в экологически благополучных по отношению к тяжелым металлам районах (Батыревский, Моргаушский, Чебоксарский, ГУП УОХ «Приволжское» ЧГСХА и СХПК «Атал» Чебоксарского района); неблагополучных - зона ОАО «Химпром» г. Новочебоксарска (СХК «Атлашевский») и зона завода смесевых препаратов поселка Вурнары; СПК «Сафоновский» Московской области; птицефабрики «ОАО Чувашский бройлер» и ГУП ППФ «Лапсарская» Чувашской Республики.

Мониторинг объектов окружающей среды показал, что почвы, расположенные на расстоянии до 10 км от промышленных предприятий, загрязнены солями тяжелых металлов. Загрязнены и почвы с бесконтрольным использованием осадков сточных вод в качестве удобрения.

Для снижения миграции тяжелых металлов из почвы в растения мы использовали цеолит трепел. Этот детоксикант в зеленой массе ячменя позволил снизить содержание кадмия и цинка на 25 %, свинца - в 10 раз. Меднооксиэтилидендифосфоновый комплекс (МОК), используемый в качестве детоксиканта на загрязненных почвах, снизил содержание меди, кадмия и цинка соответственно на 5; 20 и 67 % в корнеплодах столовой свеклы и моркови.

Нормированное использование осадков городских и промышленных сточных вод очистного сооружения г. Новочебоксарска в качестве удобрения привело к устойчивому снижению содержания кадмия, свинца, меди и цинка из осадков сточных вод в почвы, корма, животные.

Схема проведения исследований по мониторингу и проведения мероприятий по снижению содержания ТМ в цепи: осадки сточных вод - почва - растение - животное - продукция приведена на рисунке 1.

Рис 1. Схема проведения исследований

2.2. Материалы и методы исследований

Объектами исследований были вода и почва, корма растительного и животного происхождения, продукты обмена веществ (моча, кал, помет) свиней и птиц и ткани животных, молоко, мясо и продукция их переработки; сточные воды на всех этапах очистки очистного сооружения свинокомплекса «Сафоновский»; промышленные и хозяйственно-бытовые ОСВ очистного сооружения г. Новочебоксарска Чувашской Республики; почвы, загрязненные ТМ в результате ненормированного внесения ОСВ владельцами земельных участков и фермеров; растения и животные, выращенные на этих почвах; почвы, не загрязненные ТМ для проведения полевых опытов с внесением различных доз ОСВ; ячмень, горох, овес, вика, вико-овсяная смесь, пшеница, кормовая свекла; под опыты были взяты 15 кроликов в возрасте 60 дней породы белый великан одного возраста для изучения накопления солей ТМ в почках, печени и мышечной ткани при кормлении их кормами, выращенными на участках с использованием ОСВ.

Все пробы изучены на предмет содержания ТМ (кадмия, свинца, меди и цинка). Исследования осуществлялись методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии (ААС), которая позволяет с большей точностью определять степень загрязнения ТМ объектов окружающей среды, кормов и продуктов питания. Поэтому методы на основе ААС установлены в качестве официальных во многих странах мира, в том числе в Международной организации по стандартизации для определения большинства металлов в самых различных средах.

Отбор, хранение и транспортировку проб проводили в соответствии с общепринятыми требованиями (пробоотбор, консервирование и хранение почв согласно методическим рекомендациям по выявлению деградированных и загрязненных земель, воды - по ГОСТ 24481-80, комбикорма - по ГОСТ 134960-70, ячменя, гороха, овса, вико-овсяную смесь - по ГОСТ 4808-75, кормовую свеклу - по ГОСТ 1722-67).

Научно-исследовательские работы проводили с применением следующих методов:

1. Атомно-абсорбционной спектрофотометрии - изучение объектов исследования на предмет содержания тяжелых металлов.

2. Ионометрическим по ГОСТ 25951-86 - определение нитритов в осадках сточных вод и почве.
3. Кирсанова в модификации ЦИНАО - определение подвижных форм фосфора и калия в осадках сточных вод и почве.
4. Тюрина в модификации ЦИНАО - определение гумуса в осадках сточных вод и почве.
5. Электрометрическим - определение pH в осадках сточных вод и почве.

Изучение показателей качества молока-сырья и продукции переработки проводили следующими методами:

1. Отбор проб и подготовка их к испытанию по ГОСТ 13928-84 «Молоко и сливки заготовляемые. Правила приемки. Методы отбора проб».
2. Определение цвета, запаха, вкуса и консистенции - органолептическим методом по ГОСТ 28283-89 «Метод органолептической оценки. Запах и вкус».
3. Определение температуры - методом измерения температуры по ГОСТ 26754-85 «Молоко. Методы определения температуры».
4. Определение плотности - ареометрическим методом по ГОСТ 3625-84 «Молоко и молочные продукты. Методы определения плотности».
5. Определение кислотности - методом титрования по ГОСТ 3624-92. «Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности».
6. Определение чистоты — методом фильтрования по ГОСТ 8218-86 «Молоко. Методы определения чистоты».
7. Определение массовой доли жира — кислотным методом по ГОСТ 5867-90 «Молоко и молочные продукты. Методы определения жира».
8. Определение массовой доли белка - методом формольного титрования по ГОСТ 28179-90 «Молоко. Методы определения белка».

Цифровой материал экспериментальных данных обрабатывали методом вариационной статистики на достоверность различия сравниваемых показателей с использованием программного комплекса Microsoft Excel 2000 и авторской программы А. Гунина STATGU ~ 1. С помощью этих программ рассчитывали коли-

чество 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.

2.3. Результаты собственных исследований

2.3.1. Экологические зоны Чувашской Республики

В Чувашской Республике с учетом размещения основных отраслей промышленности, количества выбросов вредных веществ, объема сточных вод выделили три экологические зоны: зона А - сильнозагрязненная; зона Б - среднезагрязненная; зона В - слабозагрязненная. В выделенных зонах провели мониторинг содержания ТМ в воде, почве, кормах и организме животных.

2.3.2. Мониторинг воды и почвы на содержание тяжелых металлов

В артезианской воде относительно экологически благополучной зоны кадмий, свинец, медь, цинк, ртуть, никель, хром, молибден, марганец и железо содержатся в пределах требований нормативных документов. Однако выявлены высокие концентрации бора, превышающие ПДК в 2 и 10 раз. Установлено, что вода Чебоксарского водохранилища в зоне А загрязнена ртутью до 18 ПДК, медью до 10 ПДК, цинком до 5 ПДК, поэтому целесообразно проведение систематических исследований данных водохранилищ.

В различных экологических зонах республики сельскохозяйственные почвы, отдаленные от промышленных предприятий на 20 км и более, железа содержат 12240,5±325,27 мг/кг, марганца - 736,98±25,27, цинка - 45,88±1,46, хрома - 38,56±1,82, никеля - 33,88±1,66, меди - 18,35±0,75, кобальта - 17,58±1,14, свинца - 9,18±0,67 мг/кг сухой массы, что не превышает ОДК. Содержание никеля превышает минимальные требования ОДК в 1,7-1,9 раза. Содержание свинца и меди в сильно- и среднезагрязненных зонах (зоны А и Б) значительно выше, чем в почве слабозагряз-

ненной зоны (зона В). Содержание кобальта, хрома, марганца, железа в почве различных зон отличается незначительно.

В почвах зоны среднего загрязнения в рекомендуемой СЗЗ 2-5 км от промышленных предприятий поселка Вурнары (зона Б) содержится хрома 0,3 ПДК, марганца - 0,5, никеля - 0,7, кадмия - 0,9, цинка - 4,9, меди - 8,5, свинца - 23,8 ПДК. Почвы территорий промышленных предприятий поселка сильно загрязнены свинцом, медью, цинком, никелем, кадмием, хромом и марганцем и их содержание превышает ОДК соответственно в 126; 81; 37; 12; 4; 3; 2,5 раза.

Таким образом, сельскохозяйственные почвы различных экологических зон республики, отдаленные от промышленных предприятий более 20 км, ТМ содержат в пределах ОДК. Содержание их в почве СЗЗ промышленных предприятий п. Вурнары в 2,5-126 раз превышает ОДК.

2.3.3. Изучение содержания тяжелых металлов в почвах в зоне ОАО «Химпром»

ОАО «Химпром» г. Новочебоксарска является самым крупным промышленным предприятием Приволжского района республики, считается одним из самых крупных в мире больших производств по выпуску химического оружия, что повышает актуальность экологического мониторинга вокруг этого предприятия.

Исследуя содержание валовой формы ТМ в почве по 6 секторам на расстоянии 1,0-10 км от химического завода (табл. 1) установили, что минимальное количество цинка содержится в почвах лугов за рекой Цивиль (3 сектор), на расстоянии 3,5-4,5 км от завода- 67,25± 19,15 мг/кг. В почвах остальных секторов — 155,66±33,86 - 200,66±40,93 мг/кг, что превышает ПДК в 1,5-2,2 раза. В среднем цинка в зоне химического завода (зона А) содержится 165,45± 15,78 мг/кг, что в 3,7 раза превышает ее концентрации в почве относительно экологически благополучной зоны (зоны В), марганца -1,6 раза, никеля — 23 %, свинца - 14 %.

Следовательно, в зоне химического завода в радиусе до 10 км происходит сильное накопление ТМ.

1. Характеристика содержания валовой формы тяжелых металлов в почве на расстоянии 1,0-10 км от ОАО «Химпром» (зона А), мг/кг

ТМ	Сектор	ПДК	lim	M±m	Оценка
Свинец	1	30	4,7-20,0	10,58±2,57	0,4 ПДК
	2		9,4-17,6	12,33±1,83	0,4 ПДК
	3		4,9-12,2	8,94±0,95	0,3 ПДК
	4		4,1-8,8	6,6±1,13	0,2 ПДК
	5		6,5-8,8	7,47±0,69	0,3 ПДК
	6		4,7-8,8	6,27±1,28	0,2 ПДК
Медь	1	55	5,0-32,1	17,2±3,17	0,3 ПДК
	2		2,6-32,3	19,3±4,43	0,3 ПДК
	3		15,6-17,4	16,5±0,9	0,3 ПДК
	4		1,7-23,3	16,5±3,79	0,3 ПДК
	5		20,4-25,6	23,15±1,32	0,4 ПДК
	6		17,8-19,5	18,67±0,49	0,3 ПДК
Цинк	1	100	37,7-278,1	164,31±36,14	1,6 ПДК
	2		57,6-268,5	155,66±33,86	1,6 ПДК
	3		48,1-86,4	67,25±19,15	0,7 ПДК
	4		63,6-291,7	200,66±40,93	2,0 ПДК
	5		68,6-260,3	169,78±41,76	1,7 ПДК
	6		141,1-232,9	188,6±26,55	1,9 ПДК
Никель	1	85	25,4-49,8	35,26±3,61	0,4 ПДК
	2		11,9-93,5	43,79±10,22	0,5 ПДК
	3		61,2-74,3	67,75±6,56**	0,8 ПДК
	4		16,4-47,8	34,94±5,11	0,4 ПДК
	5		35,4-62,5	50,38±5,61*	0,6 ПДК
	6		32,7-39,6	35,0±2,3	0,4 ПДК
Хром	1	100	11,1-35,3	21,26±3,49	0,2 ПДК
	2		2,6-41,0	23,99±5,38	0,2 ПДК
	3		48,7-54,2	51,45±2,75**	0,5 ПДК
	4		15,0-30,0	23,1±2,41	0,2 ПДК
	5		27,4-41,2	35,85±3,08*	0,4 ПДК
	6		16,8-22,6	19,63±1,68	0,2 ПДК
Марганец	1	1500	94,2-694,0	813,64±192,19	0,5 ПДК
	2		89,0-4859,5	706,56±663,42	1,1 ПДК
	3		647,0-1212,0	929,5±282,5	0,6 ПДК
	4		611,6-991,7	824,25±80,82	0,5 ПДК
	5		834,7-1107,4	960,53±71,02	0,6 ПДК
	6		826,4-1107,4	958,63±81,54	0,6 ПДК

*P<0,05; ** P<0,01

Высокая концентрация цинка вызывает тревогу за загрязнение продукции растениеводства и животноводства сельскохозяйственных предприятий. Поэтому следующим этапом нашей работы является изучение почв одного из успешно развивающегося сельскохозяйственного предприятия Чебоксарского района - СХК «Атлашевский».

2.3.4. Изучение содержания тяжелых металлов в почве, кормах, овощах и молоке коров в зоне химического завода

Территория землепользования СХК «Атлашевский» расположена в северо-восточной части Чебоксарского района ЧР, прилегающей к санитарно-защитной зоне ОАО «Химпром» с южного (сектор 5) и юго-восточного (сектор 4) направления. Валовое содержание ТМ в этих почвах определяли на расстоянии 2,5; 6,0; 8,5 и 10 км от химического завода.

Установили, что в почвах на расстоянии 2,5-8,5 км от «Химпрома» кадмия содержится 1,0-1,2 мг/кг. На удалении более 10 км кадмия в почве не обнаружили. В среднем его содержится 0,85±0,29 мг/кг, что составляет 1,7 ПДК при предельной концентрации 0,5 мг/кг.

Свинца содержится 5,61-10,39 мг/кг при ПДК 30 мг/кг. Максимальную его концентрацию выявили в почве на расстоянии 2,5 км, минимальную - 10 км. В среднем свинца в почве содержится 8,64=1,05 мг/кг, что составляет 0,3 ПДК.

По результатам наших исследований изменение концентрации цинка в почве зависит от расстояния сельхозугодий СХК «Атлашевский» от химического завода. На удалении 2,5; 6,0; 8,5 и 10 км его содержится соответственно 65,13; 55,89; 42,48 и 35,30 мг/кг при ПДК 100 мг/кг. На максимальном расстоянии содержание цинка уменьшается в два раза. В среднем его содержится 49,70±6,68 мг/кг, что составляет 0,5 ПДК.

Максимальное количество меди содержится в почве на расстоянии 2,5 и 6 км от завода, соответственно, 15,49; 17,87 мг/кг. На удалении 8,5 км - 13,50 мг/кг, на удалении 10 км - 10,9 мг/кг при ПДК 55 мг/кг. В среднем меди в почвах содержится 14,44±1,48 мг/кг, что составляет 0,3 ПДК.

Концентрация хрома имеет интервал колебаний 10,89-30,5 мг/кг и не зависит от расстояния от завода. При ПДК 100 мг/кг его в среднем содержится 17,36±4,44 мг/кг, что составляет 0,2 ПДК.

Содержание никеля в почвах на расстоянии 2,5 и 6 км составляет 40,67 и 49,71 мг/кг при ПДК 85 мг/кг, а в почвах 8,5 и 10 км отдаленности - 38,09 и 25,2 мг/кг. В среднем - 38,42±5,06 мг/кг, что составляет 0,5 ПДК.

Концентрация марганца с увеличением расстояния от завода увеличивается с 522,9 до 826,3 мг/кг при ПДК 1500 мг/кг, то есть составляет 0,5 ПДК.

Железа в почве содержится 6985,92-11192,60 мг/кг и в среднем составляет 7903,79±1100,63 мг/кг.

Таким образом, СХК «Атлашевский» находится в зоне сильного загрязнения. Почвы сельхозугодий на расстоянии 2,5; 6; 8,5 км от ОАО «Химпром» загрязнены кадмием до 2,4 ПДК.

Полученные результаты позволяют считать, что санитарно-защитная зона 1,6-2,0 км, установленная химическим заводом, сильно занижена. По результатам наших исследований необходимо при строительстве крупных промышленных предприятий СЗЗ увеличить до 8-10 км.

На расстоянии более 10 км от ОАО «Химпром» превышений МДУ ТМ в сене луговом, соломе пшеничном, кормовой смеси, силосе и сенаже люцерновом, свекле кормовом, зернофураже не выявили.

На расстоянии 2,5-8,5 км от химического завода в овсе свинца содержится (табл. 2) 0,7 МДУ, цинка - 0,6 МДУ, кадмия и меди - 0,2 МДУ. В кормовой свекле меди, цинка, свинца содержится соответственно 0,05; 0,04; 0,01 МДУ. В овсе, выращенном в отдалении от 2,5 до 8,5 км от завода, содержание цинка повысилось в 4,3 раза, меди - в 4,5 раза, содержание марганца, наоборот, снизилось в 13 раз. В кормовой свекле содержание цинка повысилось в 4,5 раза, меди - в 2,7 раза.

Установили, что содержание кадмия и свинца в 3,8 и 1,6 раза выше в овощной продукции открытого грунта СХК «Атлашевский», чем в овощной продукции защищенного грунта ЗАО «Агрофирма «Ольдеевская».

2. Содержание тяжелых металлов в кормах, мг/кг

ТМ	Овес						Свекла кормовая		
	2,5 км	6 км	8,5 км	Среднее	МДУ	Оценка	8,5 км	МДУ	Оценка
Cd	0,035	0,131	0,039	0,068±0,031	0,3	0,2 МДУ	0,00	0,3	0,00 МДУ
Pb	4,17	2,02	4,55	3,580±0,788	5,0	0,7 МДУ	0,032	5,0	0,01 МДУ
Cu	6,30	6,55	7,15	6,667±0,252	30,0	0,2 МДУ	1,49	30,0	0,05 МДУ
Zn	34,75	33,86	24,70	31,103±3,212	50,0	0,6 МДУ	4,46	100,0	0,04 МДУ
Mn	9,15	10,49	6,76	8,800±1,091	-	-	0,15	-	-

Следовательно, для снижения содержания ТМ в пищевой продукции, выращиваемой в зоне сильного техногенного воздействия, рекомендуется использовать защищенный грунт.

В молоке коров СХК «Атлашевский» (табл. 3) кадмия содержится 0,008 при ПДК 0,03 мг/кг, свинца - 0,02-0,043 при ПДК 0,1, меди - 0,055-0,097 при ПДК 1,0 мг/кг. Содержание цинка максимально близко к ПДК и составляет 4,123-4,612 при допустимой концентрации 5,0 мг/кг. Молоко, заготовляемое в зоне химического завода, цинка и свинца содержит в 6,2 раза, меди и кадмия - в 1,8 раза больше, чем в молоке, заготовляемом в средне- и слабозагрязненной зоне. По массовой доле жира и белка соответствует молоке коров других МТФ республики. Плотность молока коров СХК «Атлашевский» относительно высокая - 1027,72±0,09 - 1028,92±0,18 кг/м^3, что превышает на 2,0-2,2 кг/м^3 плотность молока МТФ, отдаленных от крупных промышленных предприятий, более 20 км. На наш взгляд, высокая плотность молока коров связана с относительно высоким содержанием солей тяжелых металлов, поэтому показатель плотности может иметь прогностический характер содержания ТМ в молоке коров.

3. Содержание тяжелых металлов в молоке, заготовляемом в СХК «Атлашевский», мг/кг

ТМ	ПДК	2002 г	2003 г	2004 г	Среднее	Оценка
Кадмий	0,03	0,008	0,000	0,000	0,003±0,003	0,10 ПДК
Свинец	0,1	0,025	0,020	0,043	0,029±0,007	0,29 ПДК
Медь	1,0	0,070	0,055	0,097	0,074±0,123	0,07 ПДК
Цинк	5,0	4,300	4,612	4,123	4,356±0,142	0,87 ПДК

В целом содержание ТМ в молоке и продукции ее переработки не превышает требования нормативных документов. Однако высокая концентрация цинка в молоке коров СХК «Атлашевский» вызывает необходимость разработки мероприятий по снижению миграции ТМ в продукцию животноводства.

Актуальность разработки мероприятий по снижению содержания ТМ в почве, кормах, организме животных и сельскохозяйственной продукции повышается при загрязнении объектов окружающей среды промышленными отходами. Поэтому следующим этапом было изучение содержания ТМ в отходах произвол-

ства и ОСВ, используемых в качестве удобрения крестьянскими (фермерскими) хозяйствами и владельцами садовых участков.

2.3.5. Содержание тяжелых металлов в промышленных отходах

Известно, что сельскохозяйственные предприятия в основном не являются загрязнителями окружающей среды ТМ. Промышленные предприятия, наоборот, в большинстве случаев являются источником загрязнения водоемов, почвы, растений и животных, так как их отходы содержат высокие концентрации солей ТМ. Промышленные отходы городов нашей республики содержат: кадмия - 239,84±172,65; свинца - 334,28±283,01; меди - 8820,69±5715,08; цинка - 3379,04±1540,92; хрома - 1527,68±713,71; ртути - 0,27±0,00; никеля - 803,75±599,99; марганца - 35,32± 13,89; железа - 77077,6±53560,95; кобальта - 145,71±51,29мг/кг.

Соли ТМ по ряду причин попадают в окружающую среду, загрязняя ее. Одной из причин попадания ТМ в почву является ненормированное использование ОСВ в качестве удобрений.

2.3.6. Разработка мероприятий, направленных на снижение миграции тяжелых металлов в системе: осадки сточных вод - почва - корма — животное

2.3.6.1. Агрохимическая характеристика осадков промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод очистного сооружения г. Новочебоксарска ЧР

Осадки сточных вод очистного сооружения г. Новочебоксарска с влажностью 50-60 % и нейтральной кислотностью (pH-7,1) содержат: гумуса - 18 %, азота — до 1,0 %; фосфора и калия до 0,3 %. Валовое содержание ТМ в среднем составило: кадмия - 18,7; свинца - 100,8; меди - 664,0; цинка - 1333,8; хрома - 260,5; кобальта — 87,5; никеля - 229,1; марганца — 045,6; железа — 140,0 мг/кг воздушно-сухой массы.

Характеризуя ОСВ в целом, следует отметить, что по содержанию питательных веществ и ТМ они близки к ОСВ других

промышленных городов. Содержание ТМ в изученных ОСВ не превышает их ПДК, рекомендуемые ВИУА для сельскохозяйственных почв Московской области, а так же укладывается в директивы ЕЭС.

Использование на удобрение ОСВ г. Новочебоксарска экологически безопасно лишь при постоянном контроле за содержанием ТМ в почве и продукции растениеводства.

2.3.6.2. Изучение внесения различных доз осадков сточных вод в лабораторных опытах на содержание кадмия, свинца, меди, цинка, хрома и марганца в кормах

Для установления уровня миграции кадмия, свинца, меди, цинка из ОСВ в растения мы провели лабораторные опыты по внесению в почвы 10; 25; 50 и 100 % ОСВ от массы почвы. Результаты определения ТМ в растениях, выращенных на этих почвах, показали высокий уровень миграции кадмия в зеленую массу ячменя. При этом содержание кадмия было в 24-45 раз выше ПДК, что вызвало необходимость проведения дальнейших исследований по разработке норм внесения ОСВ в почвы.

2.3.6.3. Миграция кадмия, свинца, меди, цинка при нормированном использовании осадков сточных вод в почву, корма и организм животных

Одним из важным для решения вопроса о возможности использования ОСВ в качестве удобрений, является уровень накопления ТМ в почвах. В связи с этим мы провели ряд опытов по внесению в почву 5; 10; 20; 24; 30 т/га ОСВ в качестве удобрения.

Содержание кадмия, свинца, меди, цинка в почвах определяли после внесения ОСВ (начало опыта), после уборки урожая (конец опыта) и через год после внесения ОСВ (табл. 4).

Результаты исследований показали, что в почвах опытных участков содержание ТМ возрастает с увеличением дозы внесения ОСВ. Но превышение ОДК этих элементов в почвах опытных участков не отмечено. В варианте с внесением ОСВ 30 т/га содержание кадмия наиболее близко к ОДК (1,0 мг/кг при ОДК 0,5-

2,0 мг/кг). Содержание кадмия в вариантах с внесением ОСВ 20 т/га снизилось в 2 раза к концу опытов и составило 0,36-0,41 мг/кг при ОДК 0,5-2,0 мг/кг. В пятом варианте (ОСВ 24 т/га) содержание кадмия к концу опытов снизилось в 1,5 раза. В шестом варианте с внесением ОСВ 30 т/га снижение содержания кадмия не отмечено.

4. Валовое содержание кадмия, свинца, меди, цинка в пробах почвы опытных участков, мг/кг сухой массы (начало опыта)

Вариант	ТМ			
	Cd	Pb	Cu	Zn
1. Контроль	0,0±0,00	1,38±0,01	19,6±0,14	44,6±0,22
2. Почва+ОСВ 5 т/га	0,0±0,00	1,36±0,02	25,6±0,11	56,0±0,18
3. Почва+ОСВ 10 т/га	0,7±0,04	1,36±0,02	32,8±0,17	57,2±0,25
4. Почва+ОСВ 20 т/га	0,8±0,01	1,36±0,01	34,4±0,13	58,4±0,20
5. Почва+ОСВ 24 т/га	0,8±0,08	1,56±0,13	48,0±0,21	59,6±0,19
6. Почва+ОСВ 30 т/га	1,0±0,08	2,00±0,22	59,4±0,17	60,0±0,31
ОДК	0,5-2,0	32-130	33-132	55-220

Исследования, проведенные через год после внесения ОСВ, показали, что в вариантах с внесением ОСВ 20; 24; 30 т/га содержание кадмия снизилось в 2-3 раза.

Таким образом, установлено, что кадмий является ограничивающим фактором в многоразовом использовании ОСВ в качестве удобрения. Результаты наших исследований, направленные на изучение миграции ТМ из почвы, показали, что при внесении ОСВ в почвы до 30 т/га содержание кадмия снижается через год после внесения в 2,5-3 раза и не превышает ОДК (0,33-0,41 мг/кг при ОДК 0,5-2,0 мг/кг). Эта доза может быть использована в качестве разового удобрения.

На опытных участках мы посеяли вико-овсяную смесь и кормовую свеклу. Содержание кадмия, свинца, меди, цинка в этих культурах определяли в 30-дневных проростках и созревших кормах. Установлено, что с увеличением срока вегетации в растениях происходит увеличение содержания кадмия, свинца и меди (табл. 5 и 6).

5. Содержание кадмия, свинца, меди, цинка в вико-овсяной смеси в 30-дневных проростках и в конце вегетации, мг/кг

Вариант	ТМ			
	Cd	Pb	Cu	Zn
1. Контроль	0,00±0,00	0,72±0,3	0,94±0,3	4,47±1,1
	0,00±0,00	1,15±0,5	7,50±2,5	18,90±3,5
2. ОСВ 5 т/га	0,00±0,00	1,00±0,5	0,86±0,4	5,37±1,9
	0,00±0,00	1,16±0,4	8,20±1,8	27,50±5,5
3. ОСВ 10 т/га	0,00±0,00	1,10±0,4	0,84±0,3	9,13±3,5
	0,02±0,01	1,20±0,4	6,30±2,2	10,80±2,3
4. ОСВ 20 т/га	0,01±0,01	1,15±0,4	0,82±0,5	6,13±2,5
	0,07±0,01	1,60±0,5	7,60±1,9	18,56±3,5
5. ОСВ 24 т/га	0,10±0,02	1,32±0,4	0,70±0,4	6,04±2,5
	0,15±0,01	1,60±0,4	8,05±3,3	18,60±5,4
6. ОСВ 30 т/га	0,12±0,02	1,37±0,3	0,68±0,4	4,35±1,7
	0,20±0,03	1,70±0,3	8,60±2,3	19,75±4,7
МДУ	0,30	5,0	30	100

6. Содержание кадмия, свинца, меди, цинка в кормовой свекле в 30-дневных проростках и в конце вегетации, мг/кг

Вариант	ТМ			
	Cd	Pb	Cu	Zn
1. Контроль	0,00±0,00	0,96±0,3	0,72±0,5	4,88±1,4
	0,00±0,00	0,66±0,4	2,34±1,0	8,40±1,0
2. ОСВ 5 т/га	0,00±0,00	1,00±0,5	0,86±0,5	3,27±2,0
	0,00±0,00	0,68±0,5	1,74±1,5	8,42±1,5
3. ОСВ 10 т/га	0,00±0,00	1,26±0,5	0,64±0,4	3,59±1,6
	0,04±0,01	0,72±0,3	2,12±0,8	8,66±2,2
4. ОСВ 20 т/га	0,06±0,01	1,32±0,3	0,60±0,3	5,15±2,0
	0,09±0,01	1,00±0,3	2,20±1,0	6,34±1,8
5. ОСВ 24 т/га	0,00±0,00	1,35±0,4	0,84±0,6	4,25±1,4
	0,10±0,01	1,01±0,2	2,50±1,5	8,12±2,0
6. ОСВ 30 т/га	0,13±0,02	1,49±0,4	1,48±0,7	4,53±1,5
	0,14±0,02	1,04±0,3	2,75±0,7	6,88±1,5
МДУ	0,30	5,0	30	100

Примечание: в числителе – содержание ТМ в проростках, знаменателе – в конце вегетации

Так, в варианте с максимальным внесением ОСВ (30 т/га) содержание кадмия в проростках вико-овсяной смеси было 0,12 и кормовой свекле – 0,13 мг/кг. В конце вегетационного сезона со-

держание кадмия в вико-овсяной смеси увеличилось почти вдвое (0,2 мг/кг), а в кормовой свекле увеличение кадмия в кормах по сравнению с проростками не отмечено.

Наибольшее увеличение меди мы установили в вико-овсяной смеси в конце вегетации, которое составило 8,6 мг/кг (в контроле — 0,68 мг/кг), т.е. произошло увеличение в 12 раз. В кормовой свекле отмечено двукратное увеличение меди.

С увеличением срока вегетации содержание цинка в вико-овсяной смеси возрастает в 5 раз, в кормовой свекле - 1,5 раза.

Содержание свинца с увеличением срока вегетации не менялось и составило в вико-овсяной смеси 1,7 мг/кг, кормовой свекле - 1,0 мг/кг.

В наших опытах содержание ТМ в кормах с увеличением дозы внесения ОСВ менялось неодинаково. Так, содержание лимитирующего наиболее токсичного элемента кадмия увеличивалось с увеличением дозы внесения ОСВ. При внесении ОСВ в почву 5-10 т/га содержание кадмия в вико-овсяной смеси было 0,00-0,02 мг/кг, кормовой свекле - 0,00-0,04 мг/кг. В варианте с максимальным внесением ОСВ (30 т/га) содержание кадмия в вико-овсяной смеси увеличилось в 10 раз и составило 0,20 мг/кг. В кормовой свекле содержание кадмия увеличилось в 7 раз и составило 0,14 мг/кг при ПДК 0,30 мг/кг. Содержание свинца в кормах по сравнению с контролем почти не менялось. Максимальное содержание этого элемента установлено в варианте с внесением ОСВ 30 т/га - 1,7 при ПДК 5,0 мг/кг.

Увеличение содержания меди и цинка с увеличением дозы внесения ОСВ нами не отмечено. Максимальное содержание меди в кормах составило 8,6 при ПДК 30 мг/кг, а цинка - 27,5 при ПДК 100 мг/кг.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что есть возможность использования ОСВ в качестве удобрения в количестве до 30 т/га, так как в кормах не отмечено превышение ПДК кадмия, свинца, меди, цинка.

В дальнейшем для выяснения уровня миграции кадмия, свинца, меди, цинка из корма в организм животных провели лабораторные опыты по кормлению животных кормами, выращенными на участках с внесением ОСВ 24 и 30 т/га. Эти корма давали в дозе 30 и 50 % от рациона. После завершения опытов прове-

ли убой и вскрытие животных. Для исследований взяли мышечную ткань, печень и почки (табл. 7).

7. Содержание кадмия, свинца, меди, цинка в мышечной ткани, печени и почках опытных кроликов, мг/кг

Группа / орган	ТМ			
	Cd	Pb	Cu	Zn
1. Контроль				
мышечная ткань	0,00±0,00	0,00±0,00	1,41±0,12	9,29±1,61
печень	0,04±0,01	0,04±0,01	4,48±0,17	31,28±1,50
почки	0,06±0,01	0,08±0,01	3,90±0,14	20,22±1,12
2. 30 % корма				
мышечная ткань	0,00±0,00	0,00±0,00	1,61±0,18	9,72±1,62
печень	0,06±0,01	0,06±0,01	4,23±0,18	23,25±0,19
почки	0,07±0,01	0,11±0,01	4,48±0,70	18,57±1,76
3. 50 % корма				
мышечная ткань	0,00±0,00	0,00±0,00	2,03±0,09	10,16±1,62
печень	0,04±0,01	0,08±0,02	4,32±0,30	18,02±1,20
почки	0,11±0,02	0,15±0,03	4,56±0,40	14,54±1,22
мясопродуктах	0,05	0,5	5,0	70
ПДК в субпродуктах	0,3	0,6	20,0	100
почках	1,0	1,0	20,0	100

В результате проведенных исследований установлено, что кадмий и свинец в мышечной ткани кроликов не накапливаются. Максимальное содержание кадмия в печени отмечено у животных второй группы, получавших 30 % корма, выращенного на почвах с внесением ОСВ 24 и 30 т/га, и составило 0,06 мг/кг. В почках содержание кадмия возрастало с увеличением дозы кормов и составило, соответственно, 0,06; 0,07; 0,11 мг/кг при ПДК в субпродуктах 0,3, а в почках - 1,0 мг/кг, т.е. содержание кадмия в почках и печени значительно ниже ПДК.

Содержание свинца в почках и печени составило 0,04-0,15 мг/кг при ПДК в субпродуктах - 0,06, почках - 1,0 мг/кг, следовательно, по свинцу превышение ПДК так же не наблюдалось.

Содержание меди в мышечной ткани и органах кроликов составило 1,41-4,56 при ПДК 5,0-20,0 мг/кг, цинка - 9,29-31,8 при ПДК 70-100 мг/кг.

Итак, кормление кроликов в дозе 30 и 50 % кормов, выращенных на почвах с внесением ОСВ 24 и 30 т/га, не вызвало накопления кадмия и свинца в мышечной ткани животных. Накопление кадмия, свинца, меди, цинка в почках, печени и мышечной ткани не привело к превышению ПДК этих элементов в мясо- и субпродуктах животных.

Анализируя результаты исследований миграции кадмия, свинца, меди, цинка из ОСВ в почвы, корма и органы животных, мы получили следующее:

- разовое внесение ОСВ в почву до 30 т/га не привело к превышению ОДК кадмия, свинца, меди, цинка в почвах;
- в кормах, выращенных на почвах **с** внесением ОСВ 24 и 30 т/га, установлено содержание кадмия на уровне 0,14-0,20 мг/кг, что ниже ПДК этого элемента в кормах. Содержание свинца, меди, цинка в кормах значительно ниже ПДК;
- кормление кроликов кормами, выращенными на почвах с максимальным внесением ОСВ 24 и 30 т/га в дозах 30 и 50 %, не привело к превышению ПДК кадмия, свинца, меди, цинка в мясо- и субпродуктах, т.е. в мышечной ткани, печени и почках.

В связи с этим считаем возможным, рекомендовать разовое внесение ОСВ очистного сооружения г. Новочебоксарска ЧР в качестве удобрения на черноземе с нейтральной кислотностью под кормовые культуры в количестве до 30 т/га.

2.3.6.4. Мониторинг кадмия, свинца, меди, цинка в растениях, выращенных на почвах с ненормированным внесением осадков сточных вод в качестве удобрения в крестьянских хозяйствах

Осадки сточных вод г. Новочебоксарска в качестве удобрения вывозятся из иловых площадок для удобрения почв крестьянских хозяйств, расположенных в окрестностях очистного сооружения. В связи с этим перед нами встала задача мониторинга кадмия, свинца, меди, цинка в этих почвах. Результаты исследований показали, что в изученных почвах превышение ОДК по кадмию составило 4-16, меди -1,5-6, цинка-2-8 раз.

Превышение ОДК по свинцу в этих почвах не установлено. Мы считаем, что это связано с невысокой концентрацией свинца в ОСВ очистного сооружения г. Новочебоксарска.

Высокий уровень содержания кадмия, меди, цинка в почвах с ненормированным внесением ОСВ в качестве удобрения привело к необходимости исследования растений, выращенных на почвах. Содержание кадмия, свинца, меди, цинка определяли в зеленом луке, листьях чеснока, щавеле, салате, петрушке, корнеплоде и листьях редиса, клубнике и крыжовнике красной, образовывающихся плодах крыжовника красного. В целом превышение ПДК кадмием составило 1,6-24 раза. Содержание свинца отмечено в петрушке - 2,8, зеленом луке - 1,28, листьях чеснока - 1,8 раза выше ПДК. Содержание меди и цинка в изученных растениях не превышало ПДК этих элементов.

Изучение почв с ненормированным внесением ОСВ и растений, выращиваемых на этих почвах, еще раз показало, что лимитирующим элементом в использовании ОСВ является кадмий. Высокое содержание этого элемента в почвах и растениях изученных участков привело к поиску детоксикантов ТМ в ОСВ и почвах.

2.Э.7. Использование цеолита для снижения миграции кадмия, свинца, меди, цинка из загрязненных почв в растения

Для снижения миграции кадмия, свинца, меди и цинка из загрязненных почв и ОСВ, используемых бесконтрольно в качестве удобрения, в растения использовали цеолит.

Для удобрения почвы были взяты ОСВ очистного сооружения г. Новочебоксарска в тех же концентрациях (10; 25; 50; 100 %), которые применялись нами в предыдущих опытах. Для уменьшения уровня подвижности тяжелых металлов в растения использовали цеолит трепел Алатырского района ЧР в дозах 1; 3; 5; 33 % от массы внесенного в почву осадков сточных вод. Вегетативные опыты проводили на базе Чувашской ГСХА в следующих вариантах:

1. Внесли почвы 90 % и ОСВ 10 % от массы почвы
   1.1. Почвы 90 % + ОСВ 10 % + цеолит 1 % от массы ОСВ

1.2. Почвы 90 % + ОСВ 10 % + цеолит 3 %
1.3. Почвы 90 % + ОСВ 10% + цеолит 5 %
2. Почвы 75 % + ОСВ 25 %
2.1. Почвы 75 % + ОСВ 25 % + цеолит 1 %
2.2. Почвы 75 % + ОСВ 25 % + цеолит 3 %
2.3. Почвы 75 % + ОСВ 25 % + цеолит 5 %
3. Почвы 50 % + ОСВ 50 %
3.1. Почвы 50 % + ОСВ 50 % + цеолит 1 %
3.2. Почвы 50 % + ОСВ 50 % + цеолит 3 %
3.3. Почвы 50 % + ОСВ 50 % + цеолит 5 %
4. Внесли ОСВ 100 % и цеолит 33 % от массы ОСВ

Условия проведения опытов соответствовали условиям предыдущих опытов, то есть на подготовленных почвах выращивали ячмень, свет включали на восемь часов, температура помещения была 18-22 °С, на содержание солей ТМ исследовали проростки ячменя через 30 дней после посева (табл. 8.).

В варианте с внесением в почвы 10 и 50 % ОСВ использование цеолита в количестве 5 % от массы ОСВ привело к снижению содержания кадмия на 25 % (P<0,05) и на 26 % (P<0,001), свинца - в 10 раз (P<0,001) и 3 раза (P<0,001). В варианте с внесением в почву 25 % ОСВ использование 1; 3 и 5 % цеолита привело к снижению содержания цинка в зеленой массе ячменя соответственно на 29,7; 9,3 и 28,5 % (P<0,001; P<0,01).

Нормирование ОСВ в почве дало более стабильные результаты по кадмию, так как ее концентрация в зеленой массе ячменя возрастало с увеличением дозы внесения ОСВ. При минимальном внесении ОСВ (10 %) содержание кадмия составило 0,9±0,04-1,3±0,04 мг/кг, увеличение дозы ОСВ до 25 % привело к возрастанию концентрации кадмия в ячмене - 1,2±0,05-2,1±0,06 мг/кг, до 50 % - 2,0±0,14-3,3±0,15 мг/кг, до 100 % - 3,2±0,07-3,4±0,14 мг/кг.

Такая же зависимость наблюдается и по цинку. В первом варианте цинка в ячмене, выращенном с внесением 10 % ОСВ, содержится 62,0±3,52-77,6±7,08 мг/кг, в варианте с внесением 25 % ОСВ - 59,3±2,64-84,3±2,81 мг/кг, 50 % ОСВ - 75,4±4,88-83,8±4,52 мг/кг, в варианте с 100 % ОСВ - 63,1±0,56-65,7±5,59 мг/кг.

8. Влияние ОСВ и цеолита на содержание кадмия, свинца, меди, цинка в 30-дневных проростках ячменя, мг/кг сухой массы (вегетационный опыт)

Вариант	ТМ			
	Cd	Pb	Cu	Zn
1. Почва 90 %+ОСВ 10 % (контроль)	1,2±0,09	1,0±0,07	10,0±0,16	72,7±6,09
1.1. Почва 90 %+ОСВ 10 %+цеолит 1 %	1,2±0,07	1,3±0,09	9,5±0,13	67,5±4,27
1.2. Почва 90 % +ОСВ 10 %+цеолит 3 %	1,3±0,04	0,1±0,01***	14,4±0,67***	77,6±7,08
1.3. Почва 90 %+ОСВ 10 %+цеолит 5 %	0,9±0,04*	0,1±0,02***	10,3±0,33	62,0±3,52
2. Почва 75 %+ОСВ 25 % (контроль)	1,2±0,05	0,4±0,03	11,8±0,44	84,3±2,81
2.1. Почва 75 %+ОСВ 25 %+цеолит 1 %	2,0±0,12	0,9±0,04***	9,4±0,21**	59,3±2,64***
2.2. Почва 75 %+ОСВ 25 %+цеолит 3 %	1,5±0,13	0,1±0,01***	12,2±0,25	76,5±1,05**
2.3. Почва 75 %+ОСВ 25 %+цеолит 5 %	2,1±0,06	0,7±0,04***	11,2±0,21	60,3±5,36**
3. Почва 50 %+ОСВ 50 % (контроль)	2,7±0,09	0,6±0,03	12,2±0,34	75,4±4,88
3.1. Почва 50 %+ОСВ 50 %+цеолит 1 %	3,3±0,15	0,4±0,02**	9,0±0,25***	83,2±2,57
3.2. Почва 50 %+ОСВ 50 %+цеолит 3 %	2,6±0,14	0,8±0,02**	11,8±0,25	83,8±4,52
3.3. Почва 50 %+ОСВ 50 %+цеолит 5 %	2,0±0,14***	0,2±0,02***	13,0±0,19	76,3±8,24
МДУ	0,3	5,0	30,0	50,0

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

Таким образом, исследования показали, что применение цеолита снижает содержание кадмия до 26 %, цинка - до 30 % в зеленой массе растений, что подтверждает литературные данные. Поэтому мы считаем, что является перспективным дальнейшее изучение сочетания научного нормирования **и** детоксикации ТМ в ОСВ с применением цеолитов.

2.3.8. Использование меднооксиэтилидендифосфонового комплекса для снижения концентрации тяжелых металлов в корнеплодах свеклы и моркови при их выращивании на загрязненных почвах

Меднооксиэтилидендифосфоновый комплекс (МОК) предназначен для получения экологически чистой сельскохозяйственной продукции на почвах, загрязненных ТМ, прежде всего кадмием и цинком. В совместных исследованиях с заведующим кафедрой химии, кандидатом химических наук доцентом Ершовым М.А. посевы столовой свеклы сорта Бордо 237 и моркови сорта Лосиноостровская 13 в фазе кущения (в розетке 5-6 листьев) однократно опрыскивали 0,01 % водным раствором меднооксиэтилидендифосфонового комплекса - дигидрат [диаква 1-оксиэтан-1, 1-дифосфонат (1-)] формулой Си $[H_30edph\ H_20]_2 \cdot H_20$ и молекулярной массой Мг $(CuC_4P_4O_{18}H_{22})$ = 545,464 г/моль. Данное соединение способствует уменьшению концентрации ТМ в корнеплодах свеклы и моркови и повышению их урожайности.

Изобретение относится к области сельского хозяйства, а именно к средствам для уменьшения концентрации меди, кадмия, цинка в корнеплодах свеклы и моркови и повышению их урожайности. В этой связи нами было проведено химико-токсикологическое исследование листьев и корнеплодов столовой свеклы сорта Бордо 237 и моркови сорта Лосиноостровская 13 в Чувашской республиканской ветеринарной лаборатории. Стимуляцию растений столовой свеклы осуществляли путем опрыскивания 0,01 % водным раствором МОК. Содержание ТМ определяли методом ААС. Результаты исследований применения МОК и ее составных частей - бората меди и оксиэтилидендифосфоновой кислоты (ОЭДФ) приведены в таблице 9 и 10.

9. Содержание тяжелых металлов в свекле сорта Бордо 237, мг/кг

Вариант	Cd	Cu	Zn	Fe
Корнеплод				
Контроль	0,10±0,01	0,60±0,06	3,30±0,09	4,25±0,06
МОК	0,08±0,01	0,48±0,02	3,28±0,06	13,00±0,72***
Борат меди	0,13±0,01	0,63±0,03	3,40±0,11	5,03±0,21
ОЭДФ	0,15±0,01*	1,03±0,11*	4,85±0,10***	10,80±0,29***
Листья				
Контроль	0,35±0,03	0,25±0,03	9,20±0,44	40,25±1,29
МОК	0,45±0,03*	0,65±0,04***	18,20±0,73***	31,25±1,61**
Борат меди	0,40±0,04	0,34±0,03	14,40±0,50***	42,00±0,80
ОЭДФ	0,60±0,04**	0,50±0,03**	10,20±0,89	223,00±5,84***
ПДК	0,03	5,0	10,0	-

* - P<0,05; ** - P<0,01; *** - P<0,001.

Опыты показали, что при однократном опрыскивании в фазу кущения (в розетке 5-6 листьев) 0,01 % раствором МОК в корнеплодах свеклы происходит снижение содержания меди и кадмия на 20 %, цинка - 0,6 %, а количество железа увеличивается в 3 раза (P<0,001). В листьях этой же культуры, наоборот, содержание меди увеличивается в 2,6 раза (P<0,001), кадмия - на 28 % (P<0,05), цинка - в 2 раза (P<0,001), а концентрация железа уменьшается на 22 % (P<0,05). Опрыскивание свеклы 0,01 % растворами бората меди и ОЭДФ напротив привело к повышению содержания кадмия, меди, цинка, железа и в корнеплодах, и в листьях.

Такие же изменения наблюдаются и в опыте с морковью (табл. 10). В корнеплодах моркови через месяц после опрыскивания 0,01 % раствором МОК содержание меди уменьшается на 67 % (P<0,001), кадмия - на 10 %, цинка - на 5 %, содержание железа увеличивается в 2 раза (P<0,001). В листьях моркови количество меди увеличивается в 4,4 раза (P<0,001), кадмия - на 38 % (P<0,05), цинка - на 55 % (P<0,001), а содержание железа уменьшается на 53 % (P<0,001). В опытах с морковью применение 0,01 % раствора бората меди и ОЭДФ, как и в опытах со столовой свеклой, привело к увеличению концентрации ТМ, как в корнеплодах, так и в листьях.

10. Содержание тяжелых металлов в моркови сорта Лосиноостровская 13, мг/кг

Вариант	Cd	Cu	Zn	Fe
Корнеплод				
Контроль	0,10±0,01	0,40±0,01	3,20±0,12	4,55±0,15
МОК	0,09±0,01	0,13±0,02***	3,05±0,08	10,57±0,33***
Борат меди	0,15±0,01**	0,43±0,03	4,70±0,25	5,37±0,16**
ОЭДФ	0,20±0,01***	1,25±0,07***	6,70±0,18***	9,75±0,28***
Листья				
Контроль	0,18±0,02	0,32±0,03	9,80±0,37	148,00±7,40
МОК	0,25±0,01*	1,40±0,06***	15,20±0,15***	70,00±3,08***
Борат меди	0,20±0,01	0,40±0,02	11,33±0,70	153,00±3,58
ОЭДФ	0,30±0,04*	1,10±0,09***	14,10±0,44***	308,70±19,33***
ПДК	0,03	5,0	10,0	-

* - P<0,05; ** - P<0,01; *** - P<0,001.

После обработки раствором МОК концентрация кадмия, меди и цинка уменьшается в корнеплодах свеклы при параллельном увеличении их содержания в листьях. Концентрация железа при этом в корнеплодах увеличивается, а в листьях - уменьшается. Те же самые процессы наблюдаются в корнеплодах и листьях моркови. Это свидетельствует о разнонаправленности процессов поступления и накопления ТМ в различных органах растений.

Уменьшение содержания ТМ в корнеплодах объясняется тем, что органические лиганды увеличивают уровень биодоступности, то есть переводят их в более подвижную форму. Так как в растительных организмах медь и другие двухвалентные катионы в основном участвуют в окислительно-восстановительных реакциях, происходящих в митохондриях и хлоропластах, более подвижные формы ТМ из корнеплодов мигрируют в листья растений.

Увеличение концентрации подвижных форм вышеназванных элементов в листьях вызывает повышение синтеза многих ферментов, катализирующих разнообразные окислительно-восстановительные реакции, что приводит к повышению урожайности сельскохозяйственных культур, так как прибавка урожая столовой свеклы и моркови после опрыскивания растений раствором МОК составила, соответственно, на 22 и 30 ц/га или 20

и 25 %.

Таким образом, результаты физиологических исследований свидетельствуют о том, что в присутствии МОК значительно повышается урожайность сельскохозяйственных культур, снижается токсичное воздействие ионов ТМ на растительные и животные организмы. Кроме того, медную соль (ЗЭДФ, образуемую при очистке сточных вод, можно использовать в качестве комплексного микроудобрения для сельскохозяйственных культур, что имеет важное экологическое значение. Применение бората меди позволяет увеличить урожайность свеклы и моркови, что важно для сельскохозяйственного производства.

2.3.8. Экономическая эффективность мероприятий по снижению содержания тяжелых металлов в окружающей среде

Экономический эффект от ветеринарных мероприятий в сфере охраны окружающей среды слагается из стоимости сохранения от заболевания и падежа животных; потери приплода; стоимости продукции, сохраненной от загрязнения; дополнительной стоимости, получаемой в результате повышения качества продукции.

По состоянию на 2004 г в ЧР цена реализации 1 т молока первого сорта в среднем составила 5000 рублей (в условно чистой зоне). Для молока высшего сорта применяется коэффициент 1,2, для молока второго сорта - 0,8, а для несортового - 0,5. Следовательно, цена реализации 1 т молока первого сорта составляет 5000 руб. (5000x1,0 = 5000), а молока высшего сорта - 6000 руб. (5000x1,2 = 6000), второго сорта - 4000 руб. (5000x0,8 = 4000), несортового - 2500 руб. (5000x0,5 = 2500).

В зоне сильного загрязнения установили, что содержание цинка в молоке коров приближается к ПДК. Соблюдение рекомендуемых санитарных разрывов сельхозугодий и МТФ от крупных промышленных предприятий, нормированное использование ОСВ в качестве удобрения, применение цеолита трепел и МОК для снижения миграции ТМ в корма, позволит предотвратить дальнейшее накопление токсикантов в молоке коров. Экономический эффект, полученный от предохранения снижения сортности 1 т молока высшего сорта до второго, в связи с загрязнением ТМ,

составляет 2000 руб. МТФ СХК «Атлашевский» имеет 900 голов дойных коров с продуктивностью в среднем 3000 л в год. При сохранении молока от загрязнения ТМ хозяйство получит 5400000 руб. в год.

ВЫВОДЫ

1. На основании эколого-биологической оценки промышленных и сельскохозяйственных предприятий Чувашской Республики проведено ранжирование территории по размещению основных отраслей промышленности, количеству выбросов вредных веществ в атмосферу, объемам сточных вод и содержанию тяжелых металлов в почвах. Определены три экологические зоны: зона А - сильнозагрязненная (Приволжский район), зона Б — среднезагрязненная (Центральный район), зона В - слабозагрязненная (Сурский и Юго-Восточный районы). Установлено, что содержание железа, марганца, цинка, хрома, никеля, меди, кобальта, свинца и кадмия в воде, почве, кормах, кале, моче, помете, навозных стоках, организме животных, мясе, молоке коров и продукции слабо- и среднезагрязненной зоны ниже предельных допустимых концентраций, в сильнозагрязненной зоне превышает ПДК.
2. Ведущими загрязнителями окружающей среды являются тяжелые металлы, определяющий вклад которых вносят выбросы предприятия ОАО «Химпром» г. Новочебоксарска и ненормированное использование осадков сточных вод. Установлено, что на расстоянии до 10 км от химического завода содержание цинка в почве превышает ПДК в 2,2, кадмия - 2,4 раза, что привело к их накоплению в кормах, превышающих средний показатель по республике в 4,5 раза. В овощах, выращиваемых в условиях открытого грунта, накопление кадмия в 3,8 раза больше, чем в условиях закрытого грунта.
3. Санитарно-защитная зона, установленная ОАО «Химпром» г. Новочебоксарска в радиусе 1,6-2,0 км не обеспечивает безопасный уровень тяжелых металлов в объектах окружающей среды. Санитарно-защитную зону вокруг крупных промышленных предприятий для выращивания кормов для сельскохозяйственных животных рекомендуется увеличить до 8-10 км.

4. При экологическом мониторинге объектов ветеринарного надзора установлено:
   - мышечная ткань, сердце, легкие крупного рогатого скота содержат тяжелые металлы в пределах требований нормативных документов, в почках и печени содержание свинца превышает ПДК до 1,5 раз;
   - молоко и молочная продукция, производимая в условиях Чувашской Республики, по содержанию тяжелых металлов отвечает требованиям ПДК, установленным как в России, так и в других странах;
   - в зоне техногенного загрязнения содержание цинка в молоке коров близко к ПДК и составляет 4,1-4,6 мг/кг при допустимой концентрации 5,0 мг/кг.
5. Проведена ветеринарно-санитарная экспертиза молока коров в хозяйствах пяти районов Чувашской Республики по трем выделенным зонам загрязнения. Установлено:
   - молоко коров содержит жира выше общероссийской базисной нормы, белка - ниже нормы;
   - плотность молока коров в слабо- и среднезагрязненной зоне менее 1027 кг/м^3, что не соответствует требованиям государственных стандартов.

   Выявлена тенденция изменения плотности молока в зависимости от концентрации солей тяжелых металлов, что может явиться прогностическим характером содержания тяжелых металлов в молоке коров.
6. Проведен мониторинг отходов промышленных предприятий гг. Чебоксары, Новочебоксарск, Канаш, Цивильск, Козловка и поселка Вурнары. Установлено, что в осадках сточных вод биологического очистного сооружения г. Новочебоксарска содержится кадмия - 18,7; свинца - 100,8; меди - 664,0; цинка - 1333,8; хрома - 260,5; кобальта - 87,5; никеля - 229,1; марганца - 945,6; железа -140,0 мг/кг сухого вещества.
7. Проведены исследования по использованию осадков сточных вод в качестве удобрения в дозах 5, 10, 20, 24 и 30 т/га. При внесении осадков сточных вод в почвы 30 т/га установлено:
   - концентрация кадмия в почве составляет 1,0 мг/кг, что близка к ПДК;
   - в вико-овсяной смеси кадмия содержится 0,20 мг/кг, кормо-

вой свекле - 0,14 мг/кг при ПДК 0,3 мг/кг;

- при вскармливании выращенных кормов кроликам, физиологическое состояние животных и содержание тяжелых металлов в органах и тканях не превышает установленные допустимые уровни.

Рекомендовано разовое внесение осадков сточных вод биологического очистного сооружения г. Новочебоксарска Чувашской Республики в качестве удобрения в количестве до 30 т/га.

8. В вегетационных опытах по выращиванию ячменя с использованием осадков сточных вод в качестве удобрения в дозах внесения в почву от 10 до 100 % от массы почвы установили, что содержание меди, цинка, свинца в зеленой массе ячменя в 2-4 раза, а кадмия в 24-45 раз выше ПДК, что указывает на высокий уровень миграции меди, цинка, свинца, особенно кадмия, из осадков сточных вод в растения.
9. При мониторинге установили, что почвы частных и фермерских хозяйств с ненормированным внесением осадков сточных вод в качестве удобрения загрязнены медью до 200,0 мг/кг при ОДК 33-132 мг/кг, цинком - до 448,0 при ОДК 55-220 мг/кг. Особенно сильное загрязнение почв установлено по кадмию - 2,1-8,2 мг/кг при ОДК 0,5-2,0, т.е. в 4-16 раз. В овощах, выращиваемых на этих почвах, установлено существенное накопление кадмия, превышающее ПДК. В зеленом луке и чесноке содержание этого элемента достигало 0,16 мг/кг, в салате - 0,29 мг/кг, в листьях петрушки - 0,72 мг/кг при ПДК 0,03 мг/кг, что вызывает необходимость жесткого контроля и нормирования при использовании данных осадков сточных вод в качестве удобрения.

С целью реабилитации загрязненных почв не рекомендуется использовать осадки сточных вод в качестве удобрения, так как это приводит к дальнейшему повышению содержания тяжелых металлов в этих почвах.

10. Для снижения миграции тяжелых металлов из почвы в растения предложено использовать цеолит в дозе 5 % от массы осадков сточных вод. Установлено, что цеолит трепел снижает концентрации кадмия и цинка в растениях на 25 %, свинца - в 10 раз.

11. При однократном опрыскивании столовой свеклы и моркови в фазу кущения 0,01 % раствором меднооксиэтилидендифосфонового комплекса в корнеплодах происходит снижение содержания меди до 67 %, кадмия - до 20 %, цинка - до 5 %, а количество железа увеличивается до 3 раз. В листьях содержание меди увеличивается до 4,4 раза, цинка- до 2 раз, кадмия — до 38 %, а концентрация железа уменьшается до 53 %.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

В соответствии с разработанными мероприятиями по снижению содержания тяжелых металлов в почве, кормах, организме животных и продукции в условиях промышленных сбросов предусмотрены следующие приемы (рис. 2):

1. Проведение детоксикации загрязненных почв меднооксиэтилидендифосфоновым комплексом и цеолитом трепел для снижения миграции кадмия, свинца, меди и цинка в корма и продукцию растениеводства.
2. Нормированное использование осадков сточных вод в качестве удобрения для выращивания кормов для сельскохозяйственных животных.
3. Установление ориентировочных санитарно-защитных зон в техногенной зоне крупных промышленных предприятий.
4. Применение защищенного грунта при выращивании овощной продукции в 10 км зоне от крупных промышленных предприятий.

Основные практические предложения изложены в следующих рекомендациях:

1. Рекомендации по ветеринарно-санитарным и зоогигиеническим мероприятиям для крестьянских (фермерских) и подсобных хозяйств граждан. (Утвержден заместителем начальника Департамента ветеринарии Минсельхозпрода России В.В. Селиверстовым 03.11.1997 г.). / Волков Г.К., Гущин В.Н., Тюрин В.Г., Юрков В.М., Андросов В.А., Матвеев О.Ю., Волкова Н.А., Ларионов Г.А., Баранников В.Д., Томаров СМ., Мысова Г.А., Смирнова И.Р., Потемкина Н.Н., Шалаев В.А., Третьякова И.С., Нужнова Т.Н., Черепанова А.А. - М.: ВНИИВСГЭ. 1997. - 20 с.

Рис. 2. Система мероприятий по снижению содержания ТМ в цепи: почва – растение – животное – продукция

2. Рекомендации по повышению плотности молока коров. (Утвержден научно-технической секцией по животноводству и ветеринарии Министерства сельского хозяйства Чувашской Республики 21.04.2004 г.) / Ларионов Г.А., Васильев Н.И., Кириллов Н.А., Ершов М.А, Семенов В.Г. - Чебоксары, ЧГСХА. 2004. -30 с.
3. Научные основы и практические рекомендации по применению осадков городских сточных вод в качестве удобрений в сельскохозяйственном производстве Чувашской Республики. (Утвержден научно-техническим советом министерства сельского хозяйства Чувашской Республики) / Васильев О.А., Михайлов Л.Н., Кириллов Н.А., Ларионов Г.А., Фадеева Н.А. - Чебоксары, Колибри. 2004. - 55 с.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Волков Г.К. Возможность снижения энергозатрат при строительстве и эксплуатации животноводческих ферм с учетом охраны окружающей среды / Г.К. Волков, В.Д. Баранников, В.Н. Гущин, Р.А. Камалов, Н.Н. Потемкина, Н.О. Соснин, Г.А. Ларионов. // Энергосберегающие технологии содержания с. -х. животных: Матер, научн. произв. конф. - Орел, 1995. - С. 15-17.
2. Волков Г.К. Изучение влияния различных доз ОСВ и цеолита на миграцию ТМ в системе: почва-растение / Г.К. Волков, М.Ю. Кроль, Г.А. Ларионов. // Проблемы ветеринарной санитарии и экологии. Сб. научн. тр. ВНИИВСГЭ. - М., 1996. - Т. 102.-С. 62-65.
3.Ларионов Г.А. Содержание тяжелых металлов в осадках сточных вод и зеленой массе растений / Г.А. Ларионов. // Проблемы ветеринарной санитарии и экологии. Сб. научн. тр. ВНИИВСГЭ. - М., 1996. - Т. 102. - С. 66-70.
4. Ларионов Г.А. Содержание тяжелых металлов в почве и осадках сточных вод / Г.А. Ларионов, Н.А. Кириллов. // Экологический вестник Чувашии. - Чебоксары, 1996. - Вып. 16. - С. 24-26.
5. Кириллов Н.А. Некоторые аспекты проведения занятий по основам экологии в высших учебных заведениях / Н.А. Кириллов, Г.А. Ларионов, А.А. Кириллова, Г.М. Гадеева. // Чувашская

республиканская конференция по экологическому образованию. - Чебоксары, 1996. - С. 52-54.

6. Ларионов Г.А. Определение концентрации тяжелых металлов в некоторых пробах / Г.А. Ларионов, Н.А. Кириллов, М.А. Ершов, Н.Г. Игнатьев, В.Д. Баранников. // Чувашская республиканская конференция по экологическому образованию. - Чебоксары, 1996. - С. 55-57.
7. Кириллов Н.А. Некоторые вопросы физиологического действия цеолитов на растительные и животные организмы / Н.А. Кириллов, Г.А. Васильев, Г.А. Ларионов, О.А. Лысякова. // Экологический вестник Чувашии. - Чебоксары, 1996. - Вып. 17. - С. 39-43.
8. Кириллов Н.А. Влияние цеолитов на миграцию тяжелых металлов в системе: почва-растение / Н.А. Кириллов, Г.А. Ларионов, А.И. Кузнецов, Г.А. Васильев. // Экологический вестник Чувашии. - Чебоксары, 1996. - Вып. 17. - С. 44-45.
9. Кириллов Н.А. Модуляция иммунного ответа экологически чистыми препаратами / Н.А. Кириллов, Н.Г. Игнатьев, Г.А. Ларионов, А.П. Павлов. // Антропогенные воздействия и здоровье человека. Матер. III Всерос. научн. практ. конф. - Калуга, 1996.-С. 124-125.
10. Кроль М.Ю. Накопление тяжелых металлов в почве, кормах и организме животных под влиянием осадков сточных вод / М.Ю. Кроль, Г.А. Ларионов. // Ветеринария. - 1997. - № 9. - С. 42-44.
11. Кириллов Н.А. Влияние остаточных количеств тяжелых металлов на иммунную систему животных / Н.А. Кириллов, Г.А. Ларионов. // Медицинский журнал Чувашии. - Чебоксары, 1997.-№1-2.-С. 40-44.
12. Кириллов Н.А. Опыт использования ПАБК при выращивании кроликов / Н.А. Кириллов, Г.А. Ларионов. // Информ. лист. Чувашский ЦНТИ. Чебоксары, 1997.
13. Волков Г.К. Рекомендации по ветеринарно-санитарным и зоогигиеническим мероприятиям для крестьянских (фермерских) и подсобных хозяйств граждан. Утвержден заместителем начальника Департамента ветеринарии Минсельхозпрода России В.В. Селиверстовым 03.11.1997 / Г.К. Волков, В.Н. Гущин, В.Г. Тюрин, В.М. Юрков, В.А. Андросов, О.Ю. Матвеев, Н.А.

Волкова, Г.А. Ларионов, В.Д. Баранников, С М. Томаров, Г.А. Мысова, И.Р. Смирнова, Н.Н. Потемкина, В.А. Шалаев, И.С. Третьякова, Т.Н. Нужнова, А.А. Черепанова. - М.: ВНИИВС-ГЭ, 1997.-20 с.

14. Ларионов Г.А. Содержание тяжелых металлов в почве и растениях / Г.А. Ларионов. // Научные основы развития адаптивного земледелия. Матер, регион, научн. практ. конф. 17-18 июня. - Чебоксары: ЧГСХА, 1998. - С. 45-46.
15. Ларионов Г.А. Миграция кадмия, свинца, меди, цинка в организм животных / Г.А. Ларионов. // Тр. Чувашской ГСХА. - Чебоксары: ЧГСХА, 1999. - Т. XIII. - С. 86-87.
16. Ларионов Г.А. Миграция тяжелых металлов из осадков сточных вод в почву, корма / Г.А. Ларионов, Г.К. Волков, А.Н. Данилов. // Пища. Экология. Человек: Матер, третьей Междун. научн. техн. конф. - М: МГУПБ, 1999. - Ч. 4. - С. 153-154.
17. Ларионов Г.А. Влияние уровня миграции кадмия, свинца, меди, цинка из кормов в организм животных / Г.А. Ларионов, Г.К. Волков, А.Н. Данилов. // Пища. Экология. Человек: Матер, третьей Междун. научн. техн. конф. - М: МГУПБ, 1999. - Ч. 4. - С. 154-155.
18. Волков Г.К. Мониторинг тяжелых металлов в почвах некоторых районов Чувашской Республики / Г.К. Волков, Н.К. Кириллов, Г.А. Ларионов. // Плодородие почвы - основа высокоэффективного земледелия. Матер. Межрег. научн. практ. конф. - Чебоксары: ЧГСХА, 2000. - С. 35-37.
19. Ларионов Г.А. Результаты исследований почвы и кормов на содержание тяжелых металлов // Тр. Чув. ГСХА. - Чебоксары: ЧГСХА, 2001. - Т. XV. - С. 57-59.
20. Волков Г.К. Содержание тяжелых металлов в организме крупного рогатого скота, свиней и продукции их переработки / Г.К. Волков, Н.К. Кириллов, Г.А. Ларионов. // Актуальные проблемы ветеринарии и зоотехнии. Матер, научн. произв. конф. - Казань: КГАВМ, 2001. - Ч.И. - С. 135.
21. Кириллов Н.К. Оценка качества молока, поступающего на молокоперерабатывающие предприятия по содержанию токсичных элементов / Н.К. Кириллов, Г.А. Ларионов. // Тр. Чув. ГСХА. - Чебоксары: ЧГСХА, 2002. - Т. XVII. - С. 137-139.

22. Ларионов Г.А. Изучение содержания тяжелых металлов и мышьяка в мясе и продукции / Г.А. Ларионов, Т.В. Константинова. // IV Всерос. конф. фест. творч. студ. Юность Большой Волги. - Чебоксары, 2002. - С. 69.
23. Ларионов Г.А. Роль увлажнения поверхности батона «Нарезной» при выпечке в Красночетайском ХРТП / Г.А Ларионов, Т.В. Чернова. // IV Всерос. конф. фест. творч. студ. Юность Большой Волги. - Чебоксары, 2002. - С. 68.
24. Ларионов Г.А. Применение соевого белка в производстве полукопченой колбасы / Г.А. Ларионов, Г.А. Михайлова. // Информ. листок. -№ 82-002-03. Чувашский ЦНТИ. - Чебоксары, 2003. - 2 с.
25. Ларионов Г.А. Применение кипятильной пробы для определения качества молока / Г.А. Ларионов, Д.П. Софорова, А.Р. Толстова. // Информ. листок. -№ 82-003-03. Чувашский ЦНТИ. Чебоксары, 2003. - 2 с.
26. Софорова Д.П. Влияние транспортирования на мясные качества молодняка крупного рогатого скота / Д.П. Софорова, Г.А. Ларионов, Н.Н. Капралова. // Информ. листок. -№ 82-013-03. Чувашский ЦНТИ. Чебоксары, 2003. - 2 с.
27. Ларионов Г.А. Содержание тяжелых металлов в молоке коров в Чувашской Республике / Г.А. Ларионов. // Ветеринария. - 2003.-№5.-С. 47-48.
28. Ларионов Г.А. Тяжелые металлы в почве и их концентрация в молоке / Г.А. Ларионов. // Пища. Экология. Человек. Матер, пятой Междун. научн. тех. конф. - М.: МГУПБ, 2003. - С. 102-103.
29. Ларионов Г.А. Качество молока, заготовляемого в условиях Батыревского района / Г.А. Ларионов. // Тр. Чув. ГСХА. - Чебоксары: ЧГСХА, 2003. -Т. XVIII. - С. 152-154.
30. Ларионов Г.А. Содержание тяжелых металлов в почве, кормах и молоке коров / Г.А. Ларионов. // Актуальные проблемы ветеринарной медицины. Матер. Междун. научн. практ. конф. 25-26 сент. 2003. - Ульяновск: УГСХА, 2003. - Т. I. - С. 187-189.
31. Ларионов Г.А. Сравнительная оценка качества молока коров, заготовляемого в Чувашской и Марийской Республиках / Г.А. Ларионов, Н.П. Тупикина, Л.В. Ефимова, О.В. Васильева.

// Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Матер. Межрег. научн. произв. конф. Мар. гос. ун-т. - Йошкор-Ола, 2004.-Вып. 6.-С. 273-275.

32. Ларионов Г.А. Качество молока поступающего на Моргаушский молочный завод / Г.А. Ларионов, Н.П. Тупикина, Л.В. Ефимова, Е.Е. Едранова. // Тр. Чув. ГСХА. - Чебоксары: ЧГСХА, 2004. - Т. XIX. - Ч. I. - С. 178-180.

33. Ларионов Г.А. Мероприятия, направленные на снижение миграции тяжелых металлов в продукцию растениеводства в условиях техногенного загрязнения / Г.А. Ларионов, Н.А. Кириллов, М.А. Ершов. // Агроэкологические проблемы сельскохозяйственного производства в условиях антропогенного загрязнения. Матер. Всерос. научн. практ. конф. - Ульяновск: УГСХА, 2004.-С. 55-61.

34. Ларионов Г.А. Качество молока коров в промышленной зоне Чувашской Республики / Г.А. Ларионов. // Состояние и проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии в животноводстве. Матер. Междун. научн. практ. конф. - Чебоксары: ВНИИВСГЭ, 2004. - С. 547-550.

35. Ларионов Г.А. Массовая доля белка в молоке коров / Г.А. Ларионов. // Состояние и проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии в животноводстве. Матер. Междун. научн. практ. конф. - Чебоксары: ВНИИВСГЭ, 2004. - С. 550-552.

36. Ларионов Г.А. Содержание тяжелых металлов в почве, кормах и молоке коров в техногенной зоне ОАО «Химпром» г. Новочебоксарска / Г.А. Ларионов. // Состояние и проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии в животноводстве. Матер. Междун. научн. практ. конф. - Чебоксары: ВНИИВСГЭ, 2004.-С. 552-555.

37. Ларионов Г.А. Сравнительные исследования содержания тяжелых металлов в молоке коров / Г.А. Ларионов. // Главный зоотехник. - 2004. - № 2. - С. 16-17.

38. Ларионов Г.А. Результаты исследований плотности молока коров / Г.А. Ларионов, Н.В. Михайлова, Н.П. Тупикина, Л.В. Ефимова. // Актуальные проблемы ветеринарии и зоотехнии в XXI веке. Сборник научных трудов. - Самара, СГСХА, 2004. - С. 173-178.

39. Ларионов Г.А. Рекомендации по повышению плотности молока коров / Г.А. Ларионов, Н.И. Васильев, Н.А. Кириллов, М.А. Ершов, В.Г. Семенов. - Чебоксары: ЧГСХА, 2004. - 30 с.
40. Васильев О.А. Научные основы и практические рекомендации по применению осадков сточных вод в качестве удобрений в сельском хозяйстве Чувашской Республики / О.А. Васильев, Л.Н. Михайлов, Н.А. Кириллов, Г.А. Ларионов, Н.А. Фадеева. - Чебоксары: Колибри, 2004. - 55 с.
41. Ларионов Г.А. Мероприятия по снижению содержания тяжелых металлов в условиях промышленных сбросов. Монография / Г.А. Ларионов. - Чебоксары: ЧГСХА, 2005. -126 с.
42. Ларионов Г.А. Содержание тяжелых металлов в мясе и продукции переработки / Г.А. Ларионов, В.В. Кольцов // Молодые ученые - сельскому хозяйству Чувашской Республики. Матер, научн. практ. конф. - Чебоксары: ЧГСХА, 2005. - С. 195-198.
43. Ларионов Г.А. Содержание токсичных элементов в молоке коров и продукции переработки / Г.А. Ларионов, Е.А. Носова // Молодые ученые - сельскому хозяйству Чувашской Республики. Матер, научн. практ. конф. - Чебоксары: ЧГСХА, 2005. - С. 212-215.
44. Ларионов Г.А. Массовая доля белка в молоке коров Чувашской и Марийской республик / Г.А. Ларионов, Тупикина Н.В. // Молодые ученые - сельскому хозяйству Чувашской Республики. Матер, научн. практ. конф. - Чебоксары: ЧГСХА, 2005. - С. 232-235.
45. Ларионов Г.А. Мероприятия по снижению миграции тяжелых металлов в растения / Г.А. Ларионов. // Тр. Чув. ГСХА. -Т. XX. Чебоксары: ЧГСХА, 2005. - С. 166-168.
46. Ларионов Г.А. Содержание тяжелых металлов в почве, кормах, молоке коров / Г.А. Ларионов // Ветеринария. - М.: 2005. - № 6. - С. 45-47.

В заключение выражаю самую искреннюю и глубокую благодарность моему дорогому учителю, заслуженному деятелю науки РФ, члену-корреспонденту РАСХН, доктору ветеринарных наук, профессору ВОЛКОВУ ГЕОРГИЮ КОНСТАНТИНОВИЧУ за большое внимание и постоянные консультации, оказанные при выполнении настоящей работы.

За огромную помощь в проведении научной работы благодарю ректору Чувашской государственной сельскохозяйственной академии, доктору ветеринарных наук, профессору КИРИЛЛОВУ НИКОЛАЮ КИРИЛЛОВИЧУ, сотрудников лаборатории гигиены содержания сельскохозяйственных животных и токсикологии ВНИИВСГЭ, кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции ЧГСХА.

Ларионов Геннадий Анатольевич

СИСТЕМА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЦЕПИ: ПОЧВА - РАСТЕНИЕ - ЖИВОТНОЕ - ПРОДУКЦИЯ

Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук

Подписана к печати 13.05.2005 г.
Формат 60^{x} 84/16. Печать офсетная. Усл. печ. л. 2,0.
Тираж 100 экз. Заказ № 95

Полиграфический отдел ФГОУ ВПО
«Чувашская государственная сельскохозяйственная академия».
428000, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29, Тел. 62-20-27.
Лицензия ПЛД № 27-36.

15 ИЮЛ 2005