

ФАЙЗРАХМАНОВ РАМИЛЬ НАИЛЕВИЧ

**МЕТАБОЛИЗМ, ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ
ЖИВОТНЫХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В ИХ РАЦИОНАХ КОРМОВЫХ
ДОБАВОК НА ОСНОВЕ САПРОПЕЛЯ**

06.02.05 – ветеринарная санитария, экология, зоогигиена и
ветеринарно-санитарная экспертиза
03.03.01 – физиология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
доктора биологических наук

Работа выполнена в Татарском научно-исследовательском институте агрохимии и почвоведения – обособленном структурном подразделении Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук»

Научные консультанты:

Ежкова Асия Мазетдиновна
доктор биологических наук, доцент
Яппаров Ильдар Ахтамович
доктор биологических наук

Официальные оппоненты:

Коломиец Сергей Николаевич
доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой кормления и кормопроизводства ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина»

Любин Николай Александрович
доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой морфологии, физиологии и патологии животных ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»

Кадиков Ильнур Равилевич
доктор биологических наук, заведующий лабораторией тяжелых металлов и синтетических ядов ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности»

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия»

Защита диссертации состоится «27» декабря 2018 года в 14³⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 220.034.01 при ФГБОУ ВО «Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана» по адресу: 420029, Казань, ул. Сибирский тракт, 35.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана» и на сайтах <http://www.казветакадемия.рф> и <http://www.vak.ed.gov.ru>

Автореферат разослан «___» _____ 2018 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Юсупова Галия Расыховна

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. Возникновение новых биологических и фармакологических эффектов в живом организме обусловлены применением в животноводстве современных лекарственных средств и кормовых добавок (М.Г. Алигаджиев, 2008; А.М. Ежкова и др., 2008; К.Х.Папуниди и др., 2010; L.Q. Bian, 2010). Поэтому возникает настоятельная необходимость изучения особенностей их метаболизма с определением механизмов действия на увеличение продуктивности животных и улучшение качества продукции животноводства.

Обеспечение качественными и полноценными продуктами питания населения остается актуальной проблемой в мире (А.Е. Мартыщенко и др., 2015; С.Ф. Суханова и др., 2017; P.S. Kumar, 2010). В последние годы особый интерес вызывают функциональные и интерактивные материалы нового поколения, разработанные на основе природных компонентов, которые больше отвечают физиологическим потребностям живых организмов, лучше усваиваются ими и обеспечивают эффективную адресную доставку питательных вещества (А.Х. Яппаров и др., 2014; Р.Р. Ахмедханова и др., 2017; X. He, 2016).

Исследованиями последних лет установлена высокая эффективность сапропелей как экологически чистых природных восполнителей натурального органо-минерального питания в организме животных (Л.Т. Ахметова и др., 2012; P. Delaveau, 2009). Сапропель представляет собой природный органо-минеральный комплекс, сформированный из многовековых донных отложений пресноводных водоемов (В.К. Пестис, 2006). Наиболее ценная органическая часть сапропеля состоит из гуминовых кислот, низкомолекулярных белковых соединений, витаминов, каротиноидов, ферментов и аминокислот натурального происхождения. Минеральная часть представлена широким спектром биогенных макро- и микроэлементов. Активные ионообменные, каталитические и сорбционные свойства сапропеля позволяют использовать его для разработки кормовых добавок с усиленным биологическим действием в живых организмах (Р.Н. Файзрахманов и др., 2013; Н.И. Судгаймер и др., 2013). Биологическое действие сапропеля реализуется через восполнение биогенных элементов питания природного происхождения, усиление иммунной защиты, антитоксические и антиоксидантные свойства и многие другие реакции (А.В. Фролов, 2007; П.Ф. Шмаков и др., 2008; G.L. Makarenko, 2013).

Развитие нанотехнологий и создание большого объема наноматериалов в последние десятилетия выдвигает ряд вопросов по взаимодействию их с живыми организмами (С. Маннино, 2010; В.И. Фисинин и др., 2011; P. Fakruddin, 2016). Общеизвестно, что изменение размеров и формы частиц вещества обуславливает изменение или многократное усиление его известных эффектов (Н.Ю. Зенова и др., 2010; К.Г. Валеулов и др., 2017; S.J. Bunglavan et al., 2014). Небольшие размеры наночастиц позволяют беспрепятственно проникать через поры или встраиваться в мембраны клеток, изменять их биоструктуру (В.А. Гремячих, 2013). Наличие свободных активных связей с повышенной поверхностной энергии обеспечивает беспрепятственное проникновение наночастиц и прямое вовлечение в метаболические процессы клеток (В.О. Ежков, 2012). Наличие свободных гидрофобных связей способствует проявлению и многократному усилению сорбционных свойств наночастиц (Ю.А. Крутяков и др., 2008; Е.А. Мельник и др., 2013). Знание механизмов действия наночастиц в организме животных позволит

использовать их в качестве альтернативных стимуляторов роста и развития животных (А.П. Герасимов и др., 2014; Д.Насонова, 2015; Е.В. Яушева, 2013).

В связи с чем, актуальным стало, изучение влияния сапропелевых кормовых добавок нового поколения на живые организмы с определением состояния различных органов и систем, мясной продуктивности и оценкой влияния их на качество молочной и мясной продукции.

Степень разработанности темы. Во всем мире достаточно широко используют озерные сапропели в земледелие и растениеводстве (В.В. Платонов и др., 2014), однако по применению его в натуральном виде в животноводстве имеются единичные ссылки. Осторожное применение сапропелей в животноводстве обусловлено их микробиоценозом.

Уникальный органо-минеральный состав сапропеля позволяет использовать его при изготовлении полифункциональных препаратов (Д. Махан, 2007; Н.А. Мальцев и др., 2008; Р.Н. Файзрахманов и др., 2015). В исследованиях зарубежных и российских ученых показано, что сапропель востребован в качестве основного действующего вещества, содержащего биодоступные макро-, микроэлементы, витамины, ферменты, аминокислоты и другие биоактивные соединения (Р.А. Мерзленко и др., 2013; М.А. Горбова и др., 2012). Много работ посвящено вопросам применения сапропеля в качестве наполнителя, носителя или усилителя для активно действующего лекарственного препарата (В.А. Рыжков и др., 2014; А.А. Хайшибаева и др., 2016).

На современном этапе значительный объем исследований зарубежных и российских ученых направлен на повышение эффективности лекарственных средств и кормовых добавок путем наномодифицирования структур или введения в них высокоактивных наночастиц. Особое внимание уделяется безопасности их применения при поступлении в организм животных (А.П. Райкова и др., 2008). Имеются отдельные работы по изучению механизма действия наночастиц в организме и поиску путей их адресной доставки. Однако, практически нет исследований, показывающих влияние наночастиц в составе кормовых добавок на метаболические процессы, продуктивность сельскохозяйственных животных и качественные показатели их продукции (М.Ю. Скоркина и др., 2010; Т.К. Тезиев и др., 2011; Т. Xia et al., 2009).

В последние годы отечественными учеными разработаны способы переработки сапропелей, позволяющие при ультразвуковом диспергировании изменять их физические свойства с образованием наноструктур. При этом достигается разрушение микроорганизмов и повышается биологическая доступность компонентов сапропеля (Е.В. Яушева и др., 2013; А.П. Герасимов и др., 2016; Г.Я. Сафиуллина, 2015).

Нами на основе сапропеля разработаны высокоэффективные комплексные витаминно-минеральные и наноструктурные кормовые добавки, проведены исследования их влияния на метаболизм, продуктивность сельскохозяйственных животных и качество продукции. Работа является частью плановых комплексных исследований Татарского НИИАХП ФИЦ КазНЦ РАН по программе Российской академией сельскохозяйственных наук «Фундаментальные и приоритетные прикладные исследования по научному обеспечению развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на 2011-2015 гг.» и по программе фундаментальных научных исследований (ФНИ) государственных

академий наук Российской Федерации на 2013-2020 гг., по направлению № 19 «Теоретические основы молекулярно-генетических методов управления селекционным процессом с целью создания новых генотипов животных, птиц, рыб и насекомых с хозяйственно-ценными признаками, системы их содержания и кормления», госрегистрация № 0746-2014-0012 «Определить биологическую безопасность наноразмерных минералов для использования их в кормлении сельскохозяйственных животных».

Цель и задачи исследований. Целью исследований стало изучение продукционных процессов в организме сельскохозяйственных животных и исследование качества их продукции, при применении кормовых добавок нового поколения на основе сапропеля месторождения озеро Белое РТ.

Задачи исследований:

1) Изучить свойства кормовых добавок нового поколения разработанных на основе сапропелей;

2) Определить механизм действия и безопасные дозы использования кормовых добавок на основе сапропелей, путем исследования их токсических, канцерогенных, эмбриотоксических и тератогенных свойств;

3) Изучить динамику гематологических показателей, молочной продуктивности коров, качество и биологическую ценность молока под воздействием кормовых концентратов ВМК И АВМК «Сапромикс»;

4) Определить интенсивность белкового и минерального обменов в организме по морфо-биохимическому составу крови и динамике роста телят при использовании в рационе разных доз наноструктурного сапропеля;

5) Изучить влияние наноструктурного сапропеля в разных дозах на гематологические показатели, мясную продуктивность быков на откорме, ветеринарно-санитарные показатели, пищевую и энергетическую ценности говядины;

6) Изучить показатели мясной продуктивности цыплят-бройлеров, ветеринарно-санитарные показатели мяса, химический и аминокислотный состав белого и красного мяса при применении разных доз наноструктурного сапропеля.

7) Разработать систему научно-обоснованных технологических решений, способствующих устойчивому развитию производства животноводческой продукции на основе применения биологически активных кормовых добавок из сапропелей.

Научная новизна исследований. Впервые теоретически обоснована возможность применения кормовых добавок нового поколения на основе сапропелей озеро Белое РТ для управления продукционными процессами и качеством продуктов сельскохозяйственных животных. Установлена возможность использования сапропелей, усиленных витаминно-минеральным и энергетическим комплексом, для оптимизации морфо-биохимических параметров крови, увеличения молочной продуктивности коров, улучшения ветеринарно-санитарных показателей, пищевой и биологической ценностей молока. Проведены сравнительные исследования влияния различных доз ВМК «Сапромикс» и АВМК «Сапромикс» на обменные процессы, продуктивность коров и качество молока. На основании исследований разработаны и предложены производству эффективные нормы скармливания сапропелевых добавок.

Впервые из сапропеля изготовлен наноструктурный сапропель, исследованы его свойства, установлены биологически безопасные дозы применения. Получены новые знания о строении и свойствах наноструктурного сапропеля. Проведены сравнительные исследования разных доз наноструктурного сапропеля на показатели метаболизма и мясной продуктивности телят, быков на откорме, цыплят-бройлеров. Дана ветеринарно-санитарная оценка качества, определены пищевая, энергетическая и биологическая ценности мяса при введении в рационы животных различных доз наноструктурного сапропеля.

Получены новые знания и дополнен механизм адресной доставки наночастиц наноструктурного сапропеля при прямом контакте с органами желудочно-кишечного тракта животных.

Научно обоснована целесообразность применения кормовых добавок из сапропеля в кормлении коров, телят, быков на откорме и цыплят-бройлеров для улучшения метаболизма, повышения их продуктивности и обеспечения высокого качества продукции животноводства. Разработаны оптимальные дозы и сроки по технологии применения сапропелевых добавок нового поколения.

Новизна исследований подтверждена тремя патентами РФ: № 2512305 (2014); № 2590951 (2016); № 2588276 (2016).

Теоретическая и практическая значимость работы. Разработана научно-обоснованная система технологий применения кормовых добавок на основе сапропеля, обеспечивающих коррекцию обмена веществ, повышение молочной и мясной продуктивности животных и улучшение качества молока и мяса. Научно обосновано положительное влияние ВМК И АВМК «Сапромикс» на количественные показатели молока коров, санитарно-гигиенические показатели, пищевую и биологическую ценности.

Теоретически обосновано получение и значительное усиление свойств наноструктурного сапропеля на основании изменения его структуры, частиц и форм. Показана эффективность применения разных доз наноструктурного сапропеля на живую массу и гематологические показатели телят, быков на откорме и цыплят-бройлеров. Выявлено положительное влияние его на ветеринарно-санитарные, пищевые и биологические характеристики говядины и мяса птиц.

Практическая ценность работы определяется разработкой системы научно-обоснованных технологических решений, способствующих устойчивому развитию производства животноводческой продукции на основе применения биологически активных кормовых добавок из сапропелей. По результатам исследований рекомендовано в животноводство использование наноструктурного сапропеля в виде кормовой добавки в дозах 1,2% к сухому веществу рациона для цыплят-бройлеров и 1,8% для телят и быков на откорме.

Результаты комплексных исследований внедрены и используются на заводе ООО ТПК «Камский сапропель» Тукаевского района РТ.

На Российских агропромышленных выставках Министерства сельского хозяйства РФ «Золотая осень» разработки кормовых добавок на основе сапропеля награждены Дипломами и Золотыми и Серебряными медалями 2010-2014 гг.

Для внедрения в животноводство разработаны «Приемы применения местных природных сорбентов, обеспечивающих производство качественной, нормативно соответствующей продукции сельского хозяйства» (2010);

«Усовершенствованные приемы получения экологически безопасной продукции животноводства в регионах техногенной нагрузки с применением местных агроминералов для сорбции солей тяжелых металлов из организма сельскохозяйственных животных» (2012); «Приемы определения биологической безопасности наноструктурных агроминералов для использования их в кормлении сельскохозяйственных животных» (2017), практические рекомендации «Кормовые концентраты «Сапромикс» для животноводства» (2014). Результаты научных исследований внедрены в СХПК «Ташчишма», СХПК «Кушар», ООО «Дусым», СХПК «Племенной завод имени Ленина» Атнинского района РТ.

Материалы диссертации используются в учебном процессе и научно-исследовательской работе ФГБОУ ВО «КНИТУ», ФГБОУ ВО «Казанская ГАВМ».

Методология и методы исследований. Методологические подходы обоснованы анализом отечественных и зарубежных публикаций по тематике исследований, современности используемых методов и оборудования, анализе полученных результатов.

Исследования проводили с использованием клинико-физиологических, морфологических, биохимических, токсикологических, гистологических, статистических методов исследований, адекватных поставленным цели и задачам. Учитывали зоотехнические параметры роста и развития животных. Туши и мясо исследовали с применением органолептических, химических, физико-химических, токсикологических, биохимических и микробиологических методов. Наноструктурный сапропель получали методом ультразвукового диспергирования сапропеля, его структуру исследовали методом сканирующей зондовой микроскопии.

В работе использованы современные приборы и оборудование: ультразвуковые установки УЗУ-0,25 и УЗВ 28/200 МП РЭЛТЕК (Россия), сканирующий зондовый микроскоп MultiMode V фирма Veeco (США), световой микроскоп МБИ-1 (Россия), Jenamed 2 (Великобритания), гемоанализатор Hema-Screen фирма Hospitex diagnostic (Италия), биохимический анализатор «OLYMPUS AU 400» фирма BECKMAN COULTER (Япония), атомно-абсорбционный спектрометр «Aanalyst 400» PerkinElmer Inc. (США).

В экспериментах, поисковых и научно-производственных опытах были использованы 541 нелинейных белых мышей, 259 нелинейных белых крыс, 70 кроликов породы «Серый великан», 175 дойных коров голштинской породы, 55 быков на окорме голштинской породы, 45 молодняка крупного рогатого скота холмогорской породы татарстанского типа, 749 цыплят-бройлеров кросса «Смена-7».

Статистическую обработку цифрового экспериментального материала проводили в программе Microsoft Excel, для определения значимости различий использовали t-критерий Стьюдента. Нормальность распределения проверяли методом моментов, а однородность дисперсий с помощью критерия Фишера.

Библиографический список использованных литературных источников оформляли в соответствии с ГОСТ Р 7.0.11-2011.

Положения, выносимые на защиту:

1) Сапропель месторождения озеро Белое является уникальным сырьем для изготовления кормовых добавок сельскохозяйственным животным. ВМК

«Сапромикс» и АВМК «Сапромикс» по химическому составу, наноструктурный сапропель по морфологии, размеру и форме частиц существенно отличаются от сапропеля.

2) Обоснование механизма действия ВМК «Сапромикс», АВМК «Сапромикс» и наноструктурного сапропеля путем изучения их токсических, эмбриотоксических, тератогенных и канцерогенных свойств.

3) ВМК «Сапромикс» и АВМК «Сапромикс» оказывают выраженное положительное влияние на гематологические показатели, молочную продуктивность коров и улучшают качество молока.

4) Обоснование применения наноструктурного сапропеля для нормализации морфо-биохимического состава крови телят, быков на откорме, повышения мясной продуктивности и улучшения качества говядины.

5) Положительное влияние наноструктурного сапропеля на рост и развитие цыплят-бройлеров, мясную продуктивность, качество и биологическую ценность мяса.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность результатов обусловлена значительным объемом экспериментального материала, постановкой лабораторных экспериментов и производственного опыта с использованием животных, подобранных по принципу аналогов. Полученные цифровые результаты работы обработаны биометрически с применением программных комплектов Microsoft Office Excel – 2007, используя современные методы вариационной статистики.

Основные результаты исследований доложены и одобрены на годовых отчетах по итогам НИР ФГБНУ «Татарский НИИАХП» и итоговых кафедральных заседаниях ФГБОУ ВО «Казанская ГАВМ» в период с 2002 по 2017 гг.; на международных, всероссийских, региональных научно-практических конференциях (Ульяновск 2006-2010 гг.; Екатеринбург 2010; Саранск 2012; Владимир 2013; Пермь 2013; Ставрополь 2013; Казань 2002-2017 гг.).

Публикация результатов исследований. По теме диссертации опубликовано 58 работ, из которых 21 в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях в соответствии с перечнем ВАК при Министерстве образования и науки РФ; в международных базах цитирования WoS и Scopus – 1, три практических приема и рекомендация для внедрения в производство. По результатам исследований получены 3 патента на изобретение РФ.

Структура и объем диссертации. Диссертация содержит разделы: введение (10с.), обзор литературы (42с.), материалы и методы исследований (15с.), результаты собственных исследований (146с.), обсуждение результатов исследований (22с.), заключение (5с.), предложение производству (1с.), список литературы (63с.), список иллюстративного материала и таблиц (5с.), список сокращений наименований (1с.) и приложения (33с.). Работа изложена на 348 страницах компьютерного текста, содержит 63 таблиц, 20 рисунков. Список литературы включает 565 источника, в том числе 112 зарубежных.

2 ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

2.1 Материалы и методы исследований

Работа выполнена в Татарском научно-исследовательском институте агрохимии и почвоведения – обособленном структурном подразделении Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук» (Татарский НИИАХП ФИЦ КазНЦ РАН) в отделе животноводства и ветеринарии по программе Российской академией сельскохозяйственных наук «Фундаментальные и приоритетные прикладные исследования по научному обеспечению развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на 2011-2015 гг.» и по программе фундаментальных научных исследований (ФНИ) государственных академий наук Российской Федерации на 2013-2020 гг., по направлению № 19 «Теоретические основы молекулярно-генетических методов управления селекционным процессом с целью создания новых генотипов животных, птиц, рыб и насекомых с хозяйственно-ценными признаками, системы их содержания и кормления», госрегистрация НИР № 0746-2014-0012. Отдельные исследования выполняли в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования Казанский национальный исследовательский технологический университет (ФГБОУ ВО КНИТУ) на кафедре технологии мясных и молочных продуктов; Федеральном государственном бюджетном учреждении «Татарская межрегиональная ветеринарная лаборатория» (ФГБУ «ТМВЛ»), г. Казань.

Направления и объем исследований представлены на рисунке 1 и в таблице 1.

Разработку состава кормовых добавок ВМК «Сапромикс» и АВМК «Сапромикс» осуществляли совместно с коллективом авторов, особую благодарность выражаем доктору сельскохозяйственных наук, профессору Шакирову Ш.К. Получен патент на изобретение РФ № 2512305 Витаминно-минеральный концентрат «Сапромикс» для сельскохозяйственных животных (варианты) (2012). Изготовление кормового сапропеля, ВМК и АВМК «Сапромикс» осуществляли в ООО ТПК «Камский сапропель» РТ.

Изготовление наноструктурного сапропеля осуществляли в кормоцехе «ООО Партнер» Тюлячинского района РТ методом ультразвукового диспергирования в УЗВ 28/200 МП РЭЛТЕК (Россия) при частоте 15.0 кГц ($\pm 10\%$), выходной мощности прибора 100 Вт, продолжительность воздействия 20 минут. Стабилизировали наночастицы деионизированной водой в соотношении 1:4. Аттестацию полупромышленных образцов наноструктурного сапропеля, изучение их свойств проводили в научно-исследовательском инновационно-прикладном центре «Наноматериалы и нанотехнологии» ФГБОУ ВО КНИТУ при консультативной помощи доктора технических наук, профессора Нефедьева Е.С., за что ему признательны и благодарны. Структуру сапропеля и наноструктурного сапропеля исследовали методом прерывисто-контактной атомно-силовой микроскопии (АСМ) на сканирующем зондовом микроскопе «MultiMode V» фирмы Veeco (США) в вышеназванном центре.

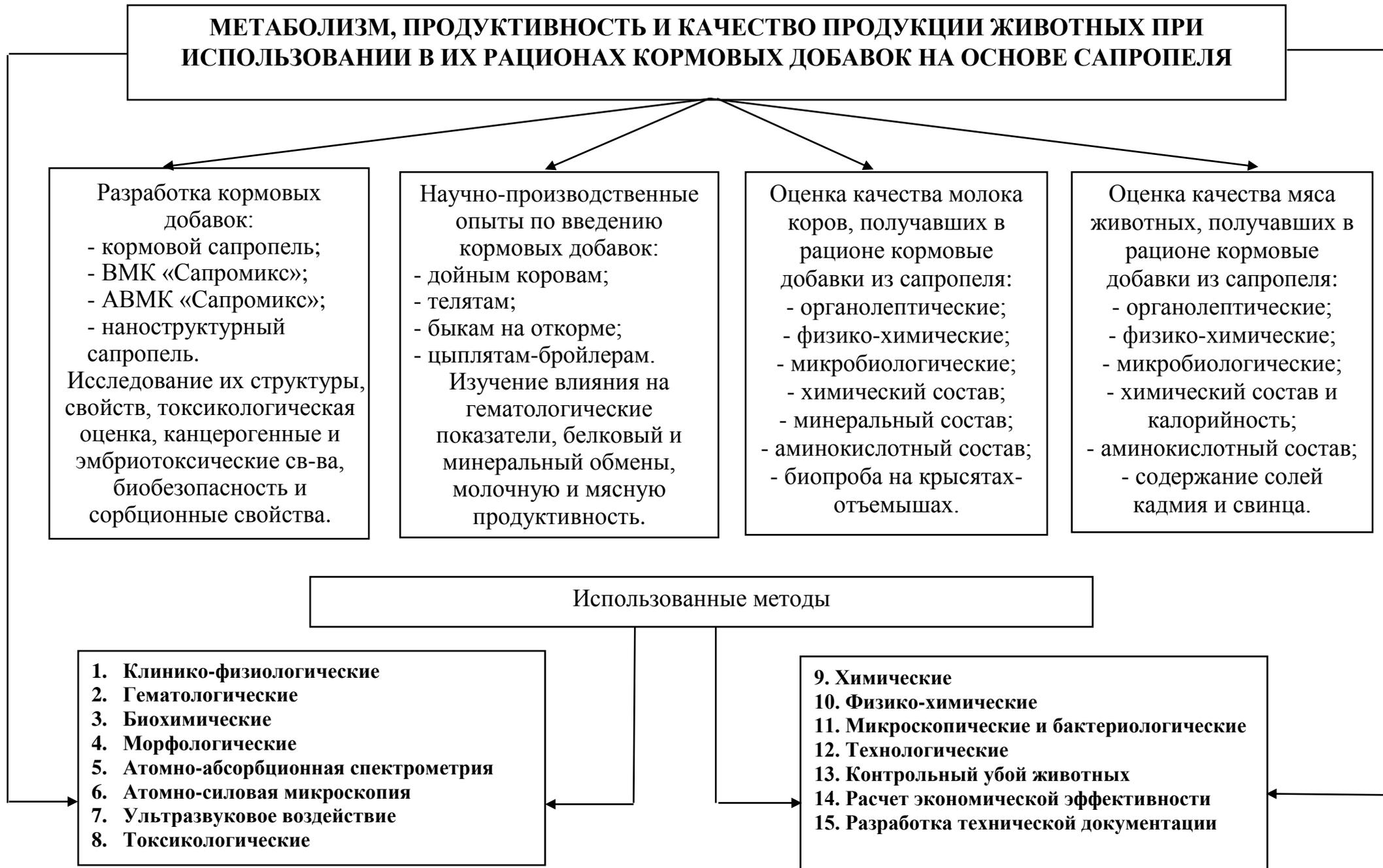


Рисунок- 1 Направления и объем исследований

В первой серии опытов на лабораторных животных изучали биологическую безопасность применения. Токсикологическую оценку новых кормовых добавок из сапропеля проводили с учетом современных методов МУ 1.2.2520-09 по оценке безопасности наноматериалов и по общепринятым классическим методам по Хабриеву Р.У. и др., 2005.

Для изучения кумулятивного действия кормовых добавок из сапропеля использовали субхронический тест по Lim R. Et al. (1961).

Канцерогенные свойства сапропеля и «Сапромикса» оценивали на нелинейных белых крысах и кроликах породы Серый великан путем аппликации препаратов на кожу. Эмбриотоксическое и тератогенное действие оценивали в соответствии с «Методическими указаниями по изучению эмбриотоксического действия фармакологических веществ и влияния их на репродуктивную функцию».

При диагностическом убое животных и вскрытие павших, патологоанатомические исследования внутренних органов проводили по методике Жарова А.В. и Шишкина В.П. Вскрытие мелких животных выполняли методом эвисцерации по способу Г.В. Шора.

Для гистологических исследований кусочки органов и тканей фиксировали в 10% водном растворе формалина с последующим уплотнением на замораживающем микротоме с охлаждением «ОМТ-0228» и «МЗП-01 Техном». Гистосрезы окрашивали гематоксилином и эозином и азуром II-эозином по Романовскому-Гимзе. Гистопрепараты анализировали с помощью светового микроскопа МБИ-1 под увеличением окуляра $\times 7$, $\times 10$, $\times 15$ объектива $\times 10$, $\times 20$, $\times 40$. Фотографирование микропрепаратов проводили с помощью микроскопа JENAMED2, окуляр GF-PW 10x25 объектив 40.

Во второй серии научно-производственных опытов в условиях СХПК «Племзавод имени Ленина» Атнинского района РТ проводили исследование физиологического состояния лактирующих коров по морфо-биохимическому составу их крови, биологической, пищевой ценности и качеству молока. Были сформированы семь групп коров голштинской породы по принципу аналогов по возрасту и периоду лактации. Коровы первой группы содержались на принятом в хозяйстве основном рационе (ОР) и были контрольными. Животные II группы получали к основному рациону сапропель в дозе 3,0% к рациону. Коровам III, IV и V опытных групп в рацион вводили ВМК «Сапромикс» в дозах 2,0; 3,0 и 5,0%, коровам VI и VII опытных групп к рациону дополнительно добавляли АВМК «Сапромикс» (амидо-витаминный минеральный концентрат) в дозах 10,0 и 15,0%. Длительность введения кормового сапропеля и ВМК «Сапромикс» составила 305 суток с физиологического периода раздоя коров до окончания лактации. Кормовую добавку АВМК «Сапромикс» вводили в рацион лактирующих коров до 210 суток лактации. Исследования крови и молока проводили на 1 сутки опыта – начало лактации, 90 сутки – конец раздоя, 180 сутки – конец разгара, 210 сутки – начало интенсивного роста плода, 300 сутки – окончание лактации. В динамике лактационного периода учитывали клинко-физиологическое состояние, морфо-биохимические показатели крови, молочную продуктивность животных и качественные показатели молока: физико-химические свойства,

микробиологические показатели, химический и аминокислотный составы. Биологическую ценность и безопасность молока коров при применении в их рационе кормовых добавок сапропеля определяли в биопробе на крысятах-отъемышах.

Третью серию научно-производственных испытаний по эффективности применения кормового и наноструктурного сапропелей для повышения мясной продуктивности откормочных быков голштинской породы проводили в условиях СХПК «Племзавод имени Ленина» Атнинского района РТ. Были сформированы пять групп быков. Первая группа животных была контрольной и содержалась на основном рационе, быки II опытной группы получали кормовой сапропель в оптимальной дозе – 3,0% к сухому веществу рациона, быки III, IV и V опытных групп получали 3,0; 1,8 и 0,6% наноструктурного сапропеля к сухому веществу рациона, соответственно. Продолжительность введения добавок составляла 90 суток. В динамике опыта на 1-ые, 30-ые, 60-ые и 90-ые сутки учитывали живую массу, сохранность поголовья, морфологические и биохимические показатели крови, мясную продуктивность животных и качество говядины. Проводили органолептическую оценку туш и внутренних органов, изучали химический состав мяса, его физико-химические и микробиологические показатели.

Четвертую серию научно-производственных опытов по влиянию кормового и наноструктурного сапропеля на приросты живой массы и морфо-биохимические показатели крови молодняка крупного рогатого скота проводили в условиях СХПК «Ташчишма», СХПК «Менгер», СХПК «Кушар» Атнинского района РТ. Использовали телок холмогорской породы татарстанского типа в возрасте 1 месяца. Были сформированы пять групп телят: телята I группы были контрольными и содержались на ОР хозяйства. Молодняк II опытной группы получал к ОР сапропель в оптимальной дозе 3,0% к сухому веществу рациона, телята III, IV и V опытных групп получали к ОР наноструктурный сапропель в количестве 3,0; 1,8 и 0,6% к рациону. В динамике опытного периода учитывали физиологическое развитие, на 1-ые, 30-ые и 60-ые сутки – приросты живой массы и гематологические показатели.

Пятую серию научно-производственных опытов по применению в кормлении цыплят-бройлеров кормовых добавок нового поколения на основе сапропеля проводили в условиях клеточного содержания птиц в КФХ «МАРС» Зеленодольского района РТ. Были сформированы семь групп цыплят в возрасте 10 суток. Цыплята первой контрольной группы содержались на рационе хозяйства, молодняк птиц II опытной группы получал к ОР оптимальную дозу сапропеля – 3,0% к сухому веществу рациона. Цыплята III, IV, V, VI и VII опытных групп получали к рациону 3,0; 2,4; 1,8; 1,2 и 0,6% наноструктурного сапропеля. Длительность скармливания добавки 30 суток – до технологического убоя цыплят-бройлеров на мясо. В динамике опыта на 10-ые, 20-ые, 28-ые и 41-ые сутки учитывали сохранность поголовья, живую массу, мясную продуктивность и качество мяса цыплят-бройлеров. При оценке качества мяса исследовали ветеринарно-санитарные показатели туш и внутренних органов, органолептические, физико-химические, микробиологические свойства мяса, химический и аминокислотный состав.

При морфологических исследованиях крови определяли содержание гемоглобина, проводили подсчет количества эритроцитов и лейкоцитов на гемоанализаторе Нема-Screen фирма Hospitex diagnostic (Италия). Биохимические исследования сыворотки крови проводили на биохимическом анализаторе «OLYMPUS AU 400» фирма BECKMAN COULTER (Япония) с определением общего кальция, неорганического фосфора, резервной щелочности. Общий белок и его фракции определяли колориметрическим фотометрическим количественным тестом.

При оценке качества молока использовали ГОСТ Р 52054-2003. Органолептическую оценку осуществляли по ГОСТ 28283-89, кислотность определяли титрометрическим методом в соответствии с ГОСТ 3624-92, плотность молока определяли по ГОСТ 3625-84, чистоту молока – по ГОСТ 8218-89, микробную обсемененность – по ГОСТ 9225-84, содержание жира исследовали по ГОСТ 5867-90, белка – по ГОСТ 25179-90. Содержание соматических клеток определяли на приборе «Соматос». Физико-химические показатели молока исследовали на приборе «Клевер-М».

Послеубойный ветеринарно-санитарный осмотр туш быков проводили согласно «Правилам ветеринарного осмотра убойных животных и ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и мясных продуктов». Пробы мяса для санитарно-гигиенических исследований отбирали согласно ГОСТ Р 51447-99 (ИСО 3100-1-91). Мясо, полученное от быков, оценивали в соответствие с нормативными документами ГОСТ 7269-79, ГОСТ 55445-2013, СанПиН 2.3.2.1078-01.

При исследовании химического состава говядины определяли содержание влаги по ГОСТ 33319-2015, количество жира – методом Сокслета по ГОСТ 23042-86, количество белков – по Кьельдалю ГОСТ 25011-81, содержание минеральных веществ – методом сжигания в фарфоровом тигле в муфельной печи по ГОСТ 31727-2012, энергетическую ценность определяли по Нечаеву А.П. и др. (2007).

Значение концентрации водородных ионов (рН) мясного экстракта определяли по ГОСТ Р 51478-99 (ИСО 2917-74). Микробную обсемененность мышц, наличие продуктов первичного распада белков, количество летучих жирных кислот определяли в соответствии с ГОСТ 23392-78.

Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) определяли по ГОСТ Р 54354-2011. Патогенные микроорганизмы в т. ч. Сальмонеллы и *Listeria monocytogenes* в 25 г каждой пробы определяли по ГОСТ 32031-2012.

Послеубойный ветеринарно-санитарный осмотр тушек цыплят-бройлеров проводили руководствуясь «Правилами ветеринарного осмотра убойных животных и ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и мясных продуктов» (1988). Пробы для исследований отбирали по ГОСТу Р 53597-2009 «Мясо птицы, субпродукты и полуфабрикаты из мяса птицы. Методы отбора проб и подготовка их к испытаниям».

Микроскопический анализ мяса выполняли по ГОСТу Р 53853-2010 «Мясо птицы. Методы гистологического и микроскопического анализа». Органолептические показатели исследовали по ГОСТам Р 52702-2006, Р 51944-2002 и Р 53747-2009. Микробиологические показатели определяли по ГОСТам Р

51448-99, 7702.2.0-95, Р 53665-2009, Р 50396.1-2010 и Р 51921-2002 согласно СанПиНу 2.3.2.1078-01 (Пр.1 п.п. 1.1.9.1, 1.1.10.1).

В мясе бройлеров определяли содержание влаги – по ГОСТу Р 51479-99; количество жира – методом Сокслета по ГОСТ 23042-86; количество белков – по Кьельдалю ГОСТ 25011-81; содержание минеральных веществ – методом сжигания в фарфоровом тигле. Энергетическую ценность определяли по Нечаеву А.П. и др. Аминокислотный состав белков определяли по ГОСТ 13496.21-87, массовую долю влаги по ГОСТ 13496.3-92.

Определение содержания токсичных элементов в органах и тканях проводили на атомно-абсорбционном спектрометре «Aanalist 400» с предварительной минерализацией проб по ГОСТ 26929-94.

Расчет экономической эффективности применения кормовых добавок выполнили по И.Н. Никитину и В.А. Апалькину с учетом действующих цен.

Статистическую обработку цифрового экспериментального материала проводили в программе Microsoft Excel, для определения значимости различий использовали t-критерий Стьюдента. Нормальность распределения проверяли методом моментов, а однородность дисперсий с помощью критерия Фишера.

Библиографическое описание, использованных в диссертации литературных источников, осуществляли в соответствии с требованиями действующего ГОСТ Р 7.0.11-2011.

2.2 Разработка кормовых добавок

Химический состав сапропеля озера Белое Тукаевского района РТ представлен в %: SiO_2 – 11,0-12,4; Al_2O_3 – 4,32-5,91; Fe_2O_3 – 0,89-7,78; CaO – 11,74-26,01; P_2O_5 – 0,47-0,72; $S_{\text{общ.}}$ – 1,2-1,3; $N_{\text{общ.}}$ – 0,9-1,2. Массовая доля влаги составляет до 35,0-78,0%, сырого протеина – 1,95, сырой клетчатки – 25,9, сырого жира – 0,07, сырой золы – 32,43 и неорганических соединений – до 4,0%. В сапропеле не обнаружены пестициды, высоко опасные и опасные химические элементы, патогенные микроорганизмы, гельминты и цисты. Содержание радиоактивных элементов было значительно ниже допустимых количеств.

Для изготовления кормовых добавок использовали сапропель 12% влажности, который подвергали термо-, механоактивации и усиливали активное действующее вещество дополнительными компонентами. Состав витаминно-минерального концентрат ВМК «Сапромикс» представлен по массе из сапропеля – 70-80%, усиленного монокальцийфосфатом – 10%, поваренной солью – 10-20% и премиксом П60 – 10%. Состав амидо-витаминно-минерального концентрата АВМК «Сапромикс» усилен протеиновой составляющей и представлен сапропелью – 70-80%, монокальцийфосфатом – 10%, поваренной солью – 10-20% и премиксом П60-3/2 – 10%.

Ультразвуковое диспергирование сапропеля существенно изменило его молекулярную структуру, обусловило повышение биологической безопасности, активности и доступности наноструктурного сапропеля для биологических систем – микроорганизмов, растений и животных. В наноструктурном сапропеле выделяли частицы двух размеров. Большие частицы имели форму тетраэдра с хорошо различимыми гранями и сглаженными углами, были величиной 100-180 нм, их долевое соотношение составляло 30,0-34,0%. Меньшие частицы

визуализировались как обтекаемые бесформенные, были размером 45-100 нм, их долевое соотношение достигало до 63,0-67,0%. Морфология частиц наноструктурного сапропеля, существенно отличалась от исходного макроаналога. При исследовании структуры термо-, механоактивированного сапропеля установлено, что он представлен конгломератами из слипшихся частиц размером до 4,0 мкм.

2.3 Токсикологическая оценка и безопасность применения

На основании исследований острой оральной токсичности, кумулятивных свойств, кожно-раздражающего и раздражающего слизистую глаза действий сапропель, ВМК «Сапромикс», АВМК «Сапромикс» и наноструктурный сапропель согласно ГОСТу 12.1.007.76 по степени опасности отнесены к IV классу опасности – малоопасные соединения, по гигиенической классификации – к веществам со слабовыраженными кумулятивными действиями.

В экспериментах по определению отдаленных последствий влияния на живые организмы установлено, что кормовые добавки на основе сапропеля не оказывали канцерогенное, эмбриотоксическое и тератогенное действие. При тестировании на канцерогенность не выявлено кожных изменений, наличия опухолей и новообразований.

Кормовые добавки на основе сапропеля не оказывали отрицательного влияния на продолжительность беременности, живую массу крыс и массу новорожденных крысят. Сапропелевые добавки нового поколения не оказывали существенного влияния на развитие эмбрионов. Не установлено достоверной разницы в показателях пред- и постимплантационной гибели эмбрионов и общей эмбриональной смертности. Эмбрионы как по массе, так и по краниокаудальным размерам не отличались от контрольных. Количество аномалий и признаков уродства плодов у опытных крыс было в пределах естественного отклонения для данного вида животных и не превышало показателей контрольных животных.

В опытах по определению влияния сапропелевых добавок нового поколения на потребление кормов и метаболизм молодняка белых крыс установлены оптимальные дозы введения в рацион животных. Показано, что применение сапропеля увеличило живую массу молодняка крыс и улучшило морфо-биохимические показатели крови.

При определении потенциальных путей поступления наноструктурного сапропеля в организм животных установили, что оптимальным способом является поступление через органы желудочно-кишечного тракта. При подкожном, внутримышечном и внутрибрюшинном введении происходит воспалительная реакция со стороны контактных тканей и органов.

При изучении механизма действия наноструктурного сапропеля на контактные органы желудочно-кишечного тракта белых мышей установлен дозозависимый характер. При летальной дозе, в местах прямого контакта наноструктурного сапропеля с пищеводом, желудком и кишечником гистологическими исследованиями выявлено разрушение и слущивание поверхностных эпителиальных клеток, истончение структуры и нарушение целостности стенок органов. При токсической дозе наноструктурного сапропеля

отмечали сохранение целостности поверхностных структур контактных органов, выявляли деформацию эпителиальных клеток, единичный очаговый некроз и развитие гиперсекреции слизи. При переносимой дозе наноструктурного сапропеля в органах прямого контакта с препаратом выявлено сохранение целостности поверхности органов, активация секреции слизи и усиление пристеночного пищеварения.

Опыты по определению сорбционных свойств сапропеля и наноструктурного сапропеля на экспериментально затравленных белых мышях показали, что введение в рацион белых мышей в течение 30 суток солей свинца, меди и никеля в количестве 1 ПДК способствует их накоплению в мышечной ткани с превышением допустимой концентрации в 2,8, 1,1 и 2,2 раза. Совместное введение солей тяжелых металлов с сапропелем в дозе 3,0% к сухому веществу рациона снижает накопление свинца на 35,7%, меди – на 25,0% и никеля – на 36,4%. Использование наноструктурного сапропеля в составе рациона экспериментально затравленных мышей снизило содержание свинца, меди и никеля в мышечной ткани на 64,3; 22,0 и 54,5%, соответственно. Сравнительно с сапропелем, наноструктурный сапропель проявил более высокие сорбционные свойства в отношении свинца, меди и никеля.

2.4 Оценка физиологического состояния коров по морфо-биохимическому составу крови в период лактации, связь параметров крови с пищевой, биологической ценностью и качество молока при применении кормовых добавок на основе сапропеля

Введение в рационы лактирующих коров сапропелевых кормовых добавок обусловило изменение морфологических показателей крови в сравнении с контрольными аналогами. На 180 сутки применения кормовых добавок наблюдали повышение количества эритроцитов у животных получавших ВМК «Сапромикс» в дозе 5,0% ($P < 0,05$). Количество лейкоцитов у коров контрольной и опытных групп существенно не изменялось.

На 210 сутки опытного периода у коров, получавших ВМК «Сапромикс» в дозах 2,0-5,0% содержание гемоглобина повысилось на 2,7-4,9% ($P < 0,05$) и количество эритроцитов – на 5,0-6,6% ($P < 0,05$). Аналогичную картину наблюдали у коров, получавших АВМК «Сапромикс» в дозах 10, и 15,0% к рациону, где увеличилось содержание гемоглобина составило на 5,3-6,2% ($P < 0,05$) и количество эритроцитов – на 8,2-9,8% ($P < 0,05$), в сравнении с контрольными аналогами. К завершению лактации установлено, что достоверный характер увеличения содержания гемоглобина сохранился у коров, получавших в кормлении ВМК «Сапромикс» в дозе 5,0% и составил 5,3 ($P < 0,05$). Эффективность действия добавок ВМК «Сапромикс» в дозе 5,0% и АВМК «Сапромикс» в дозах 10,0 и 15,0% к рациону характеризуют процессы восполнения и накопления питательных веществ в организме лактирующих коров, и указывают на их достаточное поступление для производства увеличивающегося удоя молока и внутриутробного развития плода. Аналогичную тенденцию увеличения количества эритроцитов в сравнении с контрольными аналогами отмечали у коров всех опытных групп. Содержащееся в составе

сапропеля биодоступное соединение железа и длительное введение его в кормление животных оказало положительное влияние на эритропоэз. В крови животных повышалось содержание эритроцитов при применении кормового сапропеля на – 6,6%, ВМК «Сапромикс» на 8,3-11,7% ($P < 0,05$), АВМК «Сапромикс» – на 8,3-10,0%, соответственно. Следует особенно отметить, что показатели количества эритроцитов в крови опытных коров не превышали нормы физиологических границ для этого вида животных.

К концу опытного периода, как и в динамике опыта существенных изменений количества лейкоцитов не отмечали, что указывает на отсутствие отрицательного влияния на организм кормовых добавок сапропель, ВМК и АВМК «Сапромикс» в указанных дозах.

Длительное введение в рационы лактирующих коров сапропелевых добавок оказывало положительное влияние на белковый и минеральный обмены. В динамике опытного периода проводили биохимические исследования крови. Исследование показателей сыворотки крови коров до введения в их рацион кормовых добавок показало, что содержание общего кальция, неорганического фосфора, общего белка и мочевины находилось в пределах средних значений физиологической нормы для этого вида животных. Показатели резервной щелочности и содержания каротина были на нижних границах нормы.

На 90 сутки (раздой лактации) применения кормовых добавок наблюдали тенденцию к увеличению содержания общего кальция, неорганического фосфора, общего белка и резервной щелочности. На 180 сутки применения кормовых добавок установлено достоверное повышение общего кальция на 1,7-6,2% ($P < 0,05$), неорганического фосфора на 3,2-4,8%, резервной щелочности – на 0,7-4,8%, при этом наилучшие результаты достигнуты при использовании АВМК «Сапромикс» в обеих дозах. Отмечали достоверное увеличение содержания общего белка и альбуминов крови с различной тенденцией проявления у коров в зависимости от потребляемой добавки. С наибольшим значением – на 5,2 и 5,5% ($P < 0,05$) установлено увеличение у коров, получавших АВМК «Сапромикс» в дозе 15,0%. К 210 суткам опыта достоверно увеличилось содержание альбуминов на 4,6% ($P < 0,05$) у коров, получавших ВМК «Сапромикс» в дозе 5,0%. У животных, получавших АВМК «Сапромикс» в дозах 10,0% и 15,0%, увеличение составило на 7,4 и 8,6% ($P < 0,05$), в сравнении с контрольными аналогами.

К концу лактационного периода, который совпал с физиологически обусловленным прекращением образования молока и активным ростом плода, у коров отмечали увеличение содержания общего кальция на 4,8-10,3%, неорганического фосфора – на 4,9-9,2%, резервной щелочности – на 3,3-5,7% ($P < 0,05$), в сравнении с показателями контрольных коров. Содержание общего белка у опытных коров достоверно увеличилось на 2,4-5,6% ($P < 0,05$), альбуминов – на 3,4-10,1% ($P < 0,05$) в сравнении с контрольными аналогами.

Длительное введение в кормление лактирующих коров кормовых добавок ВМК «Сапромикс» и АВМК «Сапромикс», обусловило улучшение минеральных и белковых показателей крови. Установлено достоверное повышение резервной щелочности – на 3,3-5,7% ($P < 0,05$), общего белка на 2,4-5,6% ($P < 0,05$), альбуминов – на 3,4-10,1% ($P < 0,05$), каротина, общего кальция и неорганического

фосфора, в сравнении с показателями контрольных коров. Наилучшие значения достигнуты в группах коров, получавших ВМК «Сапромикс» в дозе 5,0% и АВМК «Сапромикс» в дозах 10,0%.

Введение в рацион кормовых добавок на основе сапропеля способствовало не только восполнению белково-минерального питания и улучшение гематологических показателей, но и обусловило увеличение молочной продуктивности коров (табл. 1). Наилучшие достоверные результаты достигнуты у коров из опытных групп, потреблявших кормовую добавку ВМК «Сапромикс» – в дозе 3,0% и АВМК «Сапромикс» в дозах 10,0%.

Таблица 1 – Молочная продуктивность коров в период опыта, кг

Показатель, период опыта	Группа животных (n=25)						
	I контроль ОР	II кормовой сапропель 3,0%	III ВМК Сапромикс 2,0%	IV ВМК Сапромикс 3,0%	V ВМК Сапромикс 5,0%	VI АВМК Сапромикс 10,0%	VII АВМК Сапромикс 15,0%
30 сут.	787,4± 8,4	790,8± 11,2	792,2± 10,4	788,4± 8,2	792,4± 12,1	790,6± 8,8	789,8± 9,4
60 сут.	794,0± 11,2	825,6± 12,1	833,4± 14,2	837,7± 9,5	842,6± 17,3	858,0± 15,4	873,0± 11,0
90 сут.	750,6± 8,8	776,9± 9,6	789,6± 10,2	800,1± 8,4	801,8± 9,8	807,0± 9,8	825,7± 11,3
120 сут.	690,0± 10,1	716,8± 8,6	725,9± 7,8	734,8± 11,2	738,2± 10,6	742,5± 13,4	760,0± 7,8
150 сут.	572,4± 14,5	594,2± 13,4	602,7± 9,8	609,2± 10,0	611,3± 11,3	615,9± 11,8	629,6± 12,4
180 сут.	497,0± 10,1	512,1± 12,3	522,6± 14,5	526,8± 12,8	530,8± 11,1	535,0± 11,7	546,7± 12,4
210 сут.	432,0± 9,9	449,0± 14,8	454,5± 16,4	460,5± 15,2	462,2± 14,2	464,8± 12,8	475,2± 13,8
240 сут.	367,2± 12,3	380,2± 11,5	385,6± 9,8	391,6± 8,6	388,5± 9,4	395,1± 10,4	400,2± 10,8
270 сут.	314,0± 9,6	325,0± 10,8	329,7± 11,4	334,8± 15,2	332,2± 13,8	338,0± 12,5	343,2± 10,8
305 сут.	216,0± 8,6	222,5± 8,4	227,1± 7,4	230,2± 6,8	228,9± 7,2	232,2± 6,2	235,5± 8,4
За лактацию	5420,0± 42,1	5590,0± 54,7	5660,0± 68,6	5720,0± 49,3	5730,0± 58,6	5780,0± 56,4*	5880,0± 60,2*
Средне- суточный удой	17,7± 0,4	18,3± 0,5	18,5± 0,6	18,7± 0,3*	18,8± 0,6	18,9± 0,4*	19,2± 0,5*
к контролю, %	100,0	103,4	104,5	105,6	106,2	106,8	108,5

*P<0,05

Оценку качества молока проводили по ГОСТ Р 52054-2003 Молоко коровье сырое. Технические условия (с Изменением № 1). В течение опытного периода по органолептическим показателям молоко коров, получавших в рационе дополнительно кормовые добавки, существенно не отличалось от контрольных аналогов. Сырое молоко по своей консистенции представляло собой однородную жидкость без осадков и хлопьев. Вкус и запах контрольных и опытных образцов молока были свойственными для свежего натурального без посторонних запахов

и привкусов. Цвет молока колебался в пределах от белого до светло-кремового по физиологическим периодам лактации. В молоке опытных животных содержание соматических клеток в динамике опыта варьировало в пределах 82,3-101,4 тысяч клеток в 1 см³, что было значительно ниже допустимого уровня. Молоко от опытных коров за весь период введения сапропелевых добавок в рацион, по показателям микробной обсеменённости соответствовало высшему сорту до 96,0-97,0% и первому – до 3,0-4,0%. Введение в рацион коров в физиологический период лактации кормовых добавок на основе сапропеля, усиленных витаминно-минеральным и белковым компонентами улучшило качественные характеристики молока. Микробная обсеменённость молока, кислотность свежесвыдоенного молока коров существенно не отличалась от контрольных аналогов. Увеличилась плотность молока коров, получавших ВМК «Сапромикс» в дозах 2,0-5,0% к рациону на 0,8-1,2 кг/м³ и у животных, получавших обе дозы АВМК «Сапромикс» на 2,6-2,8 кг/м³ (P<0,05). Молоко коров по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям соответствовало высшему сорту до 97,0%.

Поступающие с сапропелем в организм коров белковые и минеральные вещества обусловили увеличение белка, жира и сухого вещества (табл. 2).

Таблица 2 – Химический состав молока коров

Показатель		Группа животных (n=25)						
		I контр. ОР	II кормовой сапропель 3,0%	III ВМК Сапромикс 2,0%	IV ВМК Сапромикс 3,0%	V ВМК Сапромикс 5,0%	VI АВМК Сапромикс 10,0%	VII АВМК Сапромикс 15,0%
Массовая доля белка, %	30 сут.	3,13± 0,11	3,11± 0,21	3,10± 0,22	3,14± 0,14	3,11± 0,18	3,12± 0,14	3,13± 0,21
	90 сут.	3,11± 0,34	3,13± 0,21	3,13± 0,14	3,16± 0,18	3,17± 0,22	3,19± 0,32	3,17± 0,24
	180 сут.	3,12± 0,11	3,15± 0,23	3,18± 0,22	3,28± 0,20	3,26± 0,18	3,40± 0,26	3,34± 0,16
	300 сут.	3,18± 0,12	3,23± 0,22	3,24± 0,31	3,36± 0,28	3,31± 0,24	3,54± 0,11*	3,45± 0,12*
Массовая доля жира, %	30 сут.	3,76± 0,11	3,72± 0,12	3,73± 0,21	3,72± 0,11	3,74± 0,14	3,77± 0,18	3,76± 0,15
	90 сут.	3,70± 0,12	3,75± 0,14	3,75± 0,24	3,76± 0,11	3,77± 0,15	3,84± 0,31	3,83± 0,24
	180 сут.	3,74± 0,24	3,77± 0,22	3,77± 0,30	3,79± 0,28	3,78± 0,24	3,91± 0,18	3,86± 0,14
	300 сут.	3,76± 0,21	3,79± 0,14	3,80± 0,13	3,81± 0,20	3,80± 0,25	3,96± 0,10	3,91± 0,11
Сухое вещество, %	30 сут.	12,54± 0,23	12,51± 0,12	12,56± 0,18	12,61± 0,14	12,63± 0,13	12,83± 0,21	12,82± 0,24
	90 сут.	12,62± 0,16	12,69± 0,32	12,71± 0,24	12,78± 0,17	12,76± 0,13	12,90± 0,10*	12,88± 0,12
	180 сут.	12,89± 0,24	12,94± 0,16	12,95± 0,14	13,13± 0,23	13,11± 0,22	13,21± 0,21	13,16± 0,24
	300 сут.	13,10± 0,12	13,20± 0,21	13,21± 0,30	13,29± 0,26	13,26± 0,28	13,41± 0,15*	13,38± 0,12*

*P<0,05

Наибольшее увеличение достигнуто при использовании ВМК и АВМК «Сапромикс», содержание массовой доли белка к концу опытного периода было больше на 8,0-11,3%, жира на 1,1-5,3% и сухого вещества на 1,2-2,4 %, в сравнении с контролем.

Введение кормовых добавок на основе сапропеля в рационы лактирующих коров обусловило улучшение качества молока по минеральному составу (табл. 3). В динамике лактационного периода молоко опытных животных содержало большее количество кальция, фосфора, цинка, меди и кобальта. Показатель высокого содержания биогенных элементов в конце лактации характеризует достаточный уровень поступления питательных компонентов для роста и развития плода на фоне снижения процесса молокообразования. Достоверное снижение содержания токсикантов в молоке обусловили его экологичность и высокое качество, что дает возможность рекомендовать молоко и молочные продукты для детского и диетического питания.

Содержание в сапропеле биодоступных аминокислот, длительное поступление их в организм коров способствовало увеличению количества незаменимых и заменимых аминокислот в молоке. Содержание незаменимых аминокислот при применении кормового сапропеля увеличилось на 1,6%, ВМК «Сапромикс» (в дозах 2,0; 3,0 и 5,0%) – на 2,9, 3,8 и 4,3% и АВМК «Сапромикс» (10,0 и 15,0%) – на 4,7 и 5,0%. Содержание заменимых аминокислот повысилось на 1,8; 2,5; 3,7; 4,8; 5,6 и 5,5% соответственно, в сравнении с контрольными. Дозозависимый характер увеличения аминокислот обусловлен их алиментарным поступлением в составе кормовых добавок, содержащих различные количества сапропеля. А в кормовой добавке АВМК «Сапромикс» в дозах 10,0 и 15,0% – дополнительным усилением сапропеля белковым комплексом (амидо-витаминный минеральный концентрат), содержащим растительные аминокислоты. Достоверно увеличилось содержание триптофана, глицина и цистина. Соотношение незаменимых и заменимых аминокислот молока опытных коров составило 0,78 и было аналогично контрольным значениям.

При оценке биологического действия молока в организме крысят-отъемышей не погибло ни одно животное, сохранность поголовья во всех группах составила 100,0%. Клинико-физиологические показатели, этология опытных крысят, морфофункциональное состояние их внутренних органов было подобным контрольным. Крысята, содержащиеся на молоке опытных коров, имели большую массу тела, что, по нашему мнению, обосновано более полноценным составом и повышенной пищевой ценностью молока коров. Коэффициент эффективности молока и белка в контрольной группе составил 0,35 и 11,1, при показателях в опытных группах по молоку 0,35-0,36 и белку 10,6-11,2, что отражало тенденцию повышения биологической ценности молока в зависимости от вида и дозы кормовых добавок. Наилучшие результаты достигнуты при использовании молока коров, получавших в рационе кормовые добавки ВМК «Сапромикс» в дозе 5,0% и АВМК «Сапромикс» в дозах 10,0 и 15,0%.

Таблица 3 – Минеральный состав молока

Показатель		Группа животных (n=5)						
		I контрольная ОР	II кормовой сапропель 3,0%	III ВМК «Сапромикс» 2,0%	IV ВМК «Сапромикс» 3,0%	V ВМК «Сапромикс» 5,0%	VI АВМК «Сапромикс» 10,0%	VII АВМК «Сапромикс» 15,0%
Кальций, ммоль/кг	30 сут.	30,10±1,10	30,20±1,20	30,40±1,10	30,10±1,20	30,80±1,00	30,10±1,00	30,40±1,20
	180 сут.	30,60±0,90	31,60±1,00	31,70±1,10	32,50±0,80	32,40±1,20	32,80±1,00	32,60±0,90
	300 сут.	31,20±0,70	32,50±1,10	32,80±1,00	33,90±1,00*	33,60±1,10	34,20±0,90*	34,10±0,80*
Фосфор, ммоль/кг	30 сут.	26,30±1,00	27,00±1,40	26,40±0,90	26,80±1,20	26,70±1,10	26,80±1,30	26,80±1,40
	180 сут.	26,80±0,90	27,50±1,30	27,60±1,70	28,10±1,40	28,00±1,20	28,30±1,00	28,20±1,10
	300 сут.	27,20±1,00	28,20±0,90	28,70±1,00	29,60±0,80*	29,50±1,30	29,90±0,80*	29,70±1,20
Цинк, мг/кг	30 сут.	2,90±0,90	2,81±0,12	2,76±0,10	2,80±0,14	2,78±0,12	2,74±0,15	2,82±0,18
	180 сут.	2,94±0,12	2,94±0,20	2,95±0,15	3,02±0,20	2,98±0,11	3,02±0,09	3,01±0,10
	300 сут.	3,01±0,08	3,18±0,10	3,22±0,11	3,25±0,05*	3,24±0,05*	3,28±0,10	3,25±0,06*
Медь, мг/кг	30 сут.	0,91±0,11	0,90±0,12	0,91±0,10	0,90±0,08	0,91±0,07	0,91±0,10	0,92±0,12
	180 сут.	0,91±0,07	0,92±0,05	0,94±0,09	0,94±0,09	0,95±0,10	0,93±0,05	0,94±0,06
	300 сут.	0,93±0,03	0,96±0,05	0,97±0,03*	1,00±0,05	1,03±0,06*	0,98±0,05	1,00±0,06*
Кобальт мг/кг	30 сут.	0,05±0,03	0,05±0,02	0,04±0,03	0,05±0,04	0,06±0,03	0,06±0,03	0,05±0,04
	180 сут.	0,05±0,03	0,06±0,03	0,06±0,02	0,06±0,01	0,06±0,04	0,07±0,03	0,07±0,04
	300 сут.	0,06±0,01	0,07±0,02	0,07±0,01	0,07±0,04	0,08±0,01*	0,09±0,03	0,08±0,01*
Хром, мг/кг	30 сут.	0,15±0,04	0,15±0,05	0,14±0,03	0,15±0,04	0,13±0,06	0,14±0,02	0,15±0,03
	180 сут.	0,15±0,03	0,14±0,04	0,13±0,02	0,14±0,05	0,12±0,04	0,13±0,03	0,13±0,02
	300 сут.	0,16±0,02	0,13±0,03	0,13±0,04	0,12±0,05	0,11±0,04	0,12±0,02	0,12±0,01*
Никель мг/кг	30 сут.	0,25±0,04	0,24±0,02	0,24±0,04	0,24±0,05	0,26±0,03	0,25±0,04	0,24±0,02
	180 сут.	0,25±0,05	0,23±0,02	0,23±0,04	0,23±0,02	0,24±0,05	0,23±0,03	0,22±0,01
	300 сут.	0,26±0,03	0,22±0,03	0,22±0,04	0,21±0,02	0,21±0,01*	0,21±0,03	0,20±0,04
Свинец мг/кг	30 сут.	0,13±0,03	0,12±0,02	0,14±0,03	0,12±0,04	0,13±0,01	0,14±0,02	0,14±0,04
	180 сут.	0,14±0,02	0,13±0,04	0,13±0,05	0,11±0,04	0,12±0,05	0,12±0,03	0,12±0,02
	300 сут.	0,16±0,03	0,12±0,03	0,12±0,04	0,11±0,02	0,10±0,01*	0,11±0,01*	0,10±0,02*

*P<0,05

2.5 Влияние наноструктурного сапропеля на метаболизм, мясную продуктивность откормочных быков и качество говядины

Изучали влияние наноструктурного сапропеля в дозах 3,0; 1,8 и 0,6% к рациону на гематологические показатели откормочных быков. Биогенные компоненты в составе сапропеля к концу опытного периода обусловили увеличение в крови содержания гемоглобина на 8,1; 10,0 (P<0,05) и 9,3% (P<0,05) и количества эритроцитов на 7,8; 12,5 (P<0,05) и 9,4%, соответственно. В сыворотке крови установлено увеличение содержания общего кальция на 14,8 (P<0,05); 18,5 (P<0,05) и 11,1%; неорганического фосфора – на 15,8; 21,0 (P<0,05) и 10,5%; резервной щелочности – на 9,3 (P<0,05); 9,7 (P<0,05) и 6,5% соответственно. Наибольшая интенсивность изменения состава крови установлена в период с 60-ых до 90-ых суток опыта. Наиболее результативная доза – 1,8% наноструктурного сапропеля к рациону.

К концу опытного периода живая масса быков, получавших наноструктурный сапропель в дозе 3,0% была выше на 1,3±0,2 кг, 1,8% – на 4,9±0,5 кг и в дозе 0,6% – на 2,6±0,3 кг, у получавших кормовой сапропель – на 2,3±0,2 кг, соответственно к контролю (табл. 4)

Таблица 4 – Изменение живой массы откормочных быков

Показатель	Группа (n=11)				
	контроль	ОР + 3,0% сапропель	ОР + 3,0% НС	ОР + 1,8% НС	ОР + 0,6% НС
1-ые сутки опыта (возраст 11 мес.)					
Живая масса	379,4±6,1	379,8±5,8	377,5±8,2	380,2±6,4	378,3±7,0
30-ые сутки опыта (возраст 12 мес.)					
Живая масса	407,3±4,2	408,3±6,4	406,6±7,0	409,5±8,1	407,3±8,3
Прирост среднесуточный	931,2±14,3	950,1±12,8	968,1±15,1	977,0±12,6	968,2±10,2
60-ые сутки опыта (возраст 13 мес.)					
Живая масса	435,4±5,8	437,1±8,0	435,7±8,3	439,0±7,8	436,6±6,5
Прирост среднесуточный	937,0±12,4	960,8±11,4	971,8±14,2	984,2±12,8	975,0±15,2
90-ые сутки опыта (возраст 14 мес.)					
Живая масса	463,4±4,8	465,7±5,6	464,7±6,2	468,3±4,6	466,0±4,2
Прирост среднесуточный	934,1±10,8	954,4±11,2	967,2±14,3	976,4±11,0	971,0±12,8
Абсолютн. прирост живой массы, кг	84,0±1,8	85,9±1,3	87,2±1,2	88,1±1,1*	87,4±1,4*
Относител. прирост живой массы, %	100,0	102,3	103,8	104,9	104,0

*P<0,05

Туши контрольных и опытных быков были аналогичны между собой, степень обескровливания их была хорошей. Внутренние органы и ткани визуально не имели повреждений, кровоизлияний, налетов и новообразований. Внутренние органы опытных быков по внешнему виду, цвету, величине и форме были подобны контрольным аналогам.

При органолептической оценке отмечали, что туши опытных быков существенно не отличались от контрольных, имели на поверхности корочку подсыхания бледно-красного цвета. Мышцы на разрезе были красного цвета, слегка влажные, не оставляли влажного пятна на фильтровальной бумаге. Мясо было плотной, упругой консистенции, имело запах, свойственный свежему говяжьему мясу. Состояние жира – цвет светло-желтый, твердой консистенции, при раздавливании крошится, без запаха осаливания и прогоркания. Сухожилия характеризовались упругостью и плотностью, поверхность суставов была гладкая и блестящая. При комиссионной дегустационной оценке бульонов по показателям прозрачности, цвета, аромата, консистенции, вкусу и крепости наивысшие значения имели бульоны из мяса быков, получавших в рационе кормовой сапропель – $8,8 \pm 0,1$ балла и наноструктурный сапропель в дозе 3,0% – $8,8 \pm 0,2$ балла при показателях контроля – $8,6 \pm 0,1$.

Применение наноструктурного сапропеля в дозах 3,0; 1,8 и 0,6% способствовало увеличению массы туш опытных быков на 1,7; 7,3 ($P < 0,05$) и 4,7 ($P < 0,05$) кг в сравнении с контролем.

Длительное применение в кормлении быков разных доз наноструктурного сапропеля обусловило снижение влаги в говядине на 1,4-1,8%, увеличение минеральных веществ на – 7,7-15,4%, белка – на 4,9-6,5%, жира – на 3,1-6,2%, повышение калорийности мяса – на 2,9-4,4% ($P < 0,05$), в сравнении с контрольными аналогами. (табл. 5).

Таблица 5 – Химический состав (%) и калорийность (кДж) мяса

Показатель	Группа (n=11)				
	I – контроль на ОР	II – ОР + 3,0% сапропель	III – ОР + 3,0% НС	IV – ОР + 1,8% НС	V – ОР + 0,6% НС
Влага	$76,4 \pm 1,0$	$75,8 \pm 1,1$	$75,0 \pm 1,0$	$75,4 \pm 1,2$	$75,3 \pm 1,2$
Минеральные вещества	$1,3 \pm 0,1$	$1,4 \pm 0,2$	$1,5 \pm 0,2$	$1,5 \pm 0,1$	$1,5 \pm 0,1$
Белок	$18,4 \pm 1,0$	$18,8 \pm 2,1$	$19,6 \pm 1,2$	$19,5 \pm 0,9$	$19,3 \pm 1,1$
Жир	$3,2 \pm 0,2$	$3,3 \pm 0,5$	$3,3 \pm 0,4$	$3,4 \pm 0,2$	$3,4 \pm 0,6$
Калорийность 100 г мяса	$186,0 \pm 2,4$	$190,1 \pm 4,5$	$193,8 \pm 3,1^*$	$194,2 \pm 1,8^*$	$191,4 \pm 2,6$

* $P < 0,05$

При изучении физико-химических показателей установили, что величина рН экстракта говядины опытных и контрольных быков существенно не различалась и колебалась в пределах 5,6-5,8. Количество летучих жирных кислот и аминокислотного азота в мясе опытных быков не имели существенных отличий от аналогичных показателей контрольных животных. Продукты первичного распада белков в мышечной ткани опытных и контрольных быков не выявляли, активность пероксидазы в мышечной ткани была высокоактивной.

Содержание солей кадмия и свинца в мясе контрольных быков соответствовало нормативам СанПиН. Введение в рацион быков наноструктурного сапропеля обусловило снижение солей кадмия до 33,2%, свинца – на 16,7-25,0% в сравнении с контролем, что сделало возможным рекомендовать говядину для детского и диетического питания.

Проведен микробиологический анализ мяса контрольных и опытных быков. Были исследованы количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), наличие патогенных микроорганизмов, в т. ч. бактерий рода сальмонелл, *Listeria monocytogenes* и бактерий группы кишечных палочек (БГКП). Показатели количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) в мясе контрольных и опытных быков существенно не различались, находились в пределах $1,46 \times 10^3$ - $1,62 \times 10^3$ КОЕ/г, что было ниже нормативного значения – 1×10^4 КОЕ/г. Патогенная микрофлора, в том числе микроорганизмы рода *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* в 25 г каждой пробы, бактерии группы кишечной палочки (БГКП) в 0,01г каждой пробы не выделена. При бактериоскопии мазков-отпечатков мяса на наличие микробных клеток наблюдали отсутствие следов распада мышечной ткани, и визуализировали единичные кокки в мазках-отпечатках контрольной и опытной говядины – 1,3-1,6 микроорганизма в поле зрения. Полученные результаты свидетельствовали о свежести мяса контрольных и опытных быков.

Введение в состав рациона быков на откорме сапропелевых добавок способствует ускорению роста, увеличению среднесуточного прироста живой массы, выхода мясных туш и улучшению органолептических показателей. Мясо быков, получавших к основному рациону добавки наноструктурного сапропеля, по результатам бактериологических и микроскопических исследований не отличалось от контрольных аналогов, и соответствовало нормативным требованиям биологической безопасности СанПиН 2.3.2.1078-01. Наилучшие результаты достигнуты при применении наноструктурного сапропеля в дозе 1,8% к сухому веществу рациона.

2.6 Изучение интенсивности белкового и минерального обменов в организме телят по морфо-биохимическому составу крови и динамике роста при использовании кормового и наноструктурного сапропеля

Проведены исследования влияния разных доз наноструктурного сапропеля на интенсивность белкового и минерального обменов телочек в возрасте 1-3 месяцев по морфо-биохимическим показателям крови и динамике роста.

Длительное поступление наноструктурного сапропеля в организм телят способствовало достоверному увеличению гемоглобина на 30 сутки опыта на 6,8 ($P < 0,05$); 5,6 ($P < 0,05$) и 4,3% соответственно доз потребления (3,0; 1,8 и 0,6%), с лучшими показателями у телят, получавших наноструктурный сапропель в дозе 3,0% к сухому веществу рациона. К концу опыта показатели несколько изменились и лучший результат регистрировали в крови телят, получавших 1,8% наноструктурного сапропеля к рациону. Содержание гемоглобина в крови опытных телят повысилось на 6,3; 7,8 ($P < 0,05$) и 5,6%, в сравнении с контрольными и были выше показателей телят, получавших кормовой сапропель.

Подобная тенденция установлена при исследовании количества эритроцитов. На 30 сутки опыта их количество в крови телят, получавших наноструктурный сапропель увеличилось на 6,4; 4,8 и 4,8%; к концу опытного периода – на 6,3; 8,0% ($P < 0,05$) и 4,8%. В динамике опытного периода количество

лейкоцитов у телят существенно не изменялось и колебания составили в пределах 1,2-2,5% в сторону увеличения.

Органическая и минеральная составляющие наноструктурного сапропеля существенно повлияли на биохимический состав крови телят. Введение в рацион телят наноструктурного сапропеля в дозах 0,3; 1,8 и 0,6% способствовало увеличению содержания общего кальция на 14,8; 18,5 ($P<0,05$) и 11,1%, неорганического фосфора – на 11,8; 23,5 ($P<0,05$) и 17,6%, показателя резервной щелочности – на 11,2; 14,0 ($P<0,05$) и 12,2% и общего белка – на 4,1; 4,5 ($P<0,05$) и 3,9%, в сравнении с контролем. Наноструктурирование сапропеля обеспечило повышение его усвояемости, на что указывает увеличение в крови телят общего белка на 1,4-4,5% ($P<0,05$).

К концу опытного периода у телят, получавших наноструктурный сапропель живая масса была больше на 5,9-7,6%, чем у контрольных, что было больше на 6,0-7,7 кг (табл. 6).

Таблица 6 – Динамика живой массы телят, кг

Показатель	Группа (n=9)				
	контроль	ОР + 3,0% сапропель	ОР + 3,0% НС	ОР + 1,8% НС	ОР + 0,6% НС
масса в 30 сут	55,7±3,2	55,1±2,4	56,2±2,6	55,8±3,1	56,4±3,5
среднесуточный прирост, г	760,0±11,4	813,3±10,3	896,6±8,6	895,9±10,1	870,0±14,3
масса в 60 сут	78,5±3,2	79,5±2,4	83,1±2,6	82,7±3,1	82,5±3,5
среднесуточный прирост, г	778,0±14,3	853,3±10,2	823,4±13,7	893,4±11,2	880,0±10,1
масса в 90 сут	101,8±2,3	105,1±4,2	107,8±3,8	109,5±4,2	108,9±2,6
абсолютный прирост, кг	46,1±1,2	50,0±2,4	51,6±1,8	53,7±2,0	52,5±2,4
% к контролю	100,0	103,2	105,9	107,6	107,0

* $P<0,05$

Наибольший прирост живой массы телят к концу опытного периода достигнут при использовании наноструктурного сапропеля в дозе 1,8%, превышение от показателей контрольных составило на 7,7 кг. Следует отметить, что показатель живой массы телят этой группы изменялся ровно, что дает основание утверждать о поступлении питательных веществ в организм животных в оптимальных количестве и соотношении.

Введение наноструктурного сапропеля в дозе 3,0% показало наилучший результат на 30 сутки опыта. По нашему мнению, это было обусловлено полным удовлетворением физиологической потребности организма в питательных компонентах в этом возрастном периоде. Сравнительно меньшие показатели прироста живой массы телят к концу опыта можно обосновать излишним поступлением питательных веществ и более активным проявлением сорбционных свойств наноструктурного сапропеля в организме животных. Тем не менее, показатели прироста в этой группе телят были выше опытных, получавших сапропель и наноструктурный сапропель в дозе 0,6% и увеличение живой массы в отношении контрольных было на 6,0 кг.

Установлено, что доза наноструктурного сапропеля 0,6% обеспечила лучшие показатели прироста живой массы телят в сравнении с аналогами, получавшими сапропель в оптимальной дозе. Прирост живой массы за период опыта в отношении контроля составил 7,1 кг.

2.7 Мясная продуктивность и качество мяса цыплят-бройлеров при использовании в их кормлении кормового и наноструктурного сапропеля

В динамике опытного периода изучали влияние сапропелевых добавок на живую массу бройлеров. К периоду технологического убоя установлено повышение живой массы опытной птицы на 8,3-29,3% или 163,0-579,5 г на одного цыпленка больше контрольных (табл. 7).

Таблица 7 – Динамика живой массы цыплят-бройлеров, г

Возраст, сутки	Группа животных (n=100)						
	I контр. ОР	II 3,0% сапропеля	III 3,0% НС	IV 2,4% НС	V 1,8% НС	VI 1,2% НС	VII 0,6% НС
10	190,0 ±8,3	191,5 ±8,8	192,0 ±6,2	191,0 ±9,6	192,0 ±7,6	190,5 ±9,2	190,5 ±10,8
20	595,7 ±14,5	600,8 ±13,4	620,6 ±12,8	622,4 ±13,2	618,0 ±15,1	624,1 ±14,5	626,8 ±12,4
28	1105,0 ±30,4	1190,0 ±20,5	1200,0 ±40,2	1390,0* ±54,3	1360,0 ±54,8	1400,0 ±62,3	1380,0 ±44,7
41	1980,0 ±50,3	2185,0 ±60,7	2145,0 ±49,2	2290,0 ±54,6	2370,0* ±58,2	2560,0* ±60,2	2430,0 ±58,8
Абсолютный прирост, г	1790,0	1993,5	1953,0	2099	2178,0	2369,5	2239,5
% к контр.	100,0	110,3	108,3	115,6	119,7	129,3	122,7

*P<0,05

Следует отметить, что живая масса опытных бройлеров была выше контрольной птицы, но не превышала показателей генетического потенциала кросса «Смена-7». Сравнительно лучшие результаты у бройлеров, получавших наноструктурный сапропель, были достигнуты в группах цыплят, получавших к рациону 1,2 и 1,8% добавки, где живая масса бройлеров достоверно увеличилась на 29,3 и 19,7% (P<0,05) в сравнении с контрольными.

При предубойном осмотре и послеубойной ветеринарно-санитарной экспертизе тушек и внутренних органов бройлеров, получавших сапропелевые добавки, видимых патологических изменений не установлено, степень обескровливания их была хорошей, тушки и органы визуально не отличались от таковой контрольной группы, и получавших сапропель. Через 24 часа с момента убоя тушки птиц контрольной и опытных групп визуально не различались между собой, имели беловато-желтый цвет и сухую корочку подсыхания. Мышцы были плотные упругой консистенции, на разрезе слегка влажные, грудные мышцы – бело-розового, ножные – красного цвета, характерного для цыплят-бройлеров. Запах мяса с поверхности и в глубине разреза специфический, свойственный свежему мясу птиц. Подкожный и внутренний жир у цыплят-бройлеров был

бледно-желтого цвета, без посторонних запахов и привкусов, в расплавленном состоянии был прозрачным.

При проведении пробы варки бульоны были прозрачные и ароматные, на поверхности бульонов собирался жир в виде крупных капель. При дегустационной оценке бульонов по среднему баллу наилучших показателей достигли бульоны из мяса бройлеров, получавших в кормлении кормовой сапропель в дозе 3,0% и наноструктурный сапропель в дозе 1,8% к рациону

Исследования физико-химических показателей мяса показало, что введение наноструктурного сапропеля в рацион бройлеров не оказало отрицательного влияния на качество мяса. Показатели рН белого мяса колебались в значениях $5,8 \pm 0,3$ - $6,1$, красного мяса были более стабильны – $5,7$ - $5,8$, при контрольных показателях – $5,8 \pm 0,3$ и $5,7 \pm 0,1$. Пероксидаза мышечной ткани контрольных и опытных бройлеров была одинаково высокоактивной.

Количество аминоаммиачного азота в мышечной ткани опытных бройлеров, получавших сапропель и наноструктурный сапропель, существенно не отличалось от контрольных показателей ($1,08 \pm 0,4$ и $1,07 \pm 0,2$ мг), и колебалось в пределах $0,93$ - $1,05$ мг для белого мяса и $0,98$ - $1,07$ мг – для красного. Содержание аммиака и солей аммония в мясе контрольных и опытных бройлеров не выявлено.

Показатели летучих жирных аминокислот мяса опытных бройлеров были существенно ниже допустимых показателей, колебались в пределах – в белом мясе $1,9$ - $2,7$ и красном $2,0$ - $2,4$ мг/10мл, при контрольных значениях – $2,8 \pm 0,3$ и $2,9 \pm 0,4$ мг/10мл, соответственно.

При микроскопии мазков-отпечатков с мышц выявлены единичные микроорганизмы. Результаты показывают, что бактериальная обсемененность мышечной ткани контрольного мяса составила $2,3$ - $2,5$ микроорганизма в одном поле зрения микроскопа, при допустимых нормативных показателях 10 микроорганизмов, что характеризовало мясо как свежее доброкачественное. В мясе бройлеров, получавших в рационе сапропель 3,0%, количество микроорганизмов было несколько выше, чем в контрольных, составило $2,4$ (белое) и $2,8$ (красное), что не имело достоверности.

Бактериальная обсеменённость мышечной ткани опытных бройлеров, получавших разные дозы наноструктурного сапропеля, была меньше контрольных значений, и колебалась в пределах для: белого мяса – $1,6$ - $2,0$ ($P < 0,05$), и красного – $2,0$ - $2,3$ микроба в поле зрения.

Количество МАФАНМ в белом мясе опытных бройлеров было в пределах $1,1 \times 10^2$ - $1,8 \times 10^2$, красном – $1,4 \times 10^2$ - $2,0 \times 10^2$ КОЭ/г, существенно не отличалось от контрольных аналогов $1,8 \times 10^2$ (белое) и $2,1 \times 10^2$ (красное) КОЭ/г, соответственно, и было значительно ниже допустимого содержания – не более 1×10^5 КОЕ/г.

При исследовании мяса и субпродуктов цыплят-бройлеров контрольной и опытных групп патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы и *Listeria monocytogenes* в 25 г каждой пробы не обнаружили. Исследованное мясо соответствовало требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01 Пр.1 п.п.1.1.9.1, 1.1.10.1.

Использование минеральных кормовых добавок способствовало снижению содержания влаги в мясе с дозозависимым характером проявления (табл. 8).

Таблица 8 – Химический состав (%) и калорийность (ккал) мяса цыплят-бройлеров

Показатель	Группа животных (n=5)						
	I контр. ОР	II ОР + 3,0% сапропеля	III ОР + 3,0% НС	IV ОР + 2,4% НС	V ОР + 1,8% НС	VI ОР + 1,2% НС	VII ОР + 0,6% НС
Белое мясо							
Влага	75,9±1,3	74,3±4,2	73,0±1,1*	73,4±5,0	73,7±3,4	73,9±1,2	74,5±4,6
Минеральные вещества	1,1±0,1	1,3±0,3	1,3±0,1	1,2±0,1	1,1±0,3	1,1±0,2	1,1±0,1
Жир	2,7±0,3	2,9±0,4	2,7±0,2	2,8±0,1	2,8±0,4	2,7±0,2	2,7±0,6
Белок	19,6±1,2	22,6±2,0	23,5±3,1	22,8±2,0	22,1±1,1*	21,4±1,3	21,0±2,8
Калорийность	116,0±2,4	116,3±2,1	116,2±1,4	116,5±2,3	116,7±3,4	116,4±2,7	116,2±1,8
Красное мясо							
Влага	76,1±1,0	74,9±1,2	75,0±1,1	75,0±1,4	75,2±1,1	75,4±1,1	75,5±1,0
Минеральные вещества	1,1±0,3	1,2±0,2	1,3±0,1	1,2±0,4	1,2±0,3	1,2±0,2	1,1±0,1
Жир	3,2±0,2	3,4±0,1	3,4±0,4	3,4±0,1	3,4±0,4	3,3±0,2	3,3±0,2
Белок	18,8±1,2	19,8±1,3	21,2±1,0*	20,4±1,4	20,2±1,0	20,1±2,2	20,0±1,8
Калорийность	113,6±3,6	114,8±2,8	115,0±4,1	114,6±4,8	114,2±2,7	114,0±2,9	114,0±5,0

*P<0,05

Наибольшее снижение установлено при использовании наноструктурного сапропеля в дозе 3,0% к рациону – для белого мяса на 3,8% ($P < 0,05$) и красного – на 1,5% в сравнении с контролем. Применение органоминеральной кормовой добавки обусловило увеличение минеральных веществ в мясе при использовании кормового сапропеля: в белом мясе на 18,2% и красном – на 9,1% к контролю.

Органическая часть сапропеля, состоящая из низкомолекулярных белковых соединений, обусловила увеличение белка, жира и калорийности мяса. Содержание белка увеличилось при использовании наноструктурного сапропеля в белом мясе на 7,1-19,8% и красном – на 6,3-12,7% ($P < 0,05$). Содержание жира в мясе повышалось при использовании кормового сапропеля на 7,4% в белом мясе и на 6,2% в красном, наноструктурного сапропеля увеличивалось не так значительно в белом мясе на 3,7%, красном – на 3,1-6,2%, в сравнении с контролем.

Мясо опытных бройлеров в сравнении с контрольными было более калорийным. Калорийность несколько увеличивалась в белом мясе при использовании кормового сапропеля на 0,3%, красном – на 1,1%, наноструктурного сапропеля – на 0,2-0,6 и 0,4-1,2%, соответственно.

Установлено, что длительное введение в рацион цыплят-бройлеров кормовых добавок на основе сапропеля обусловило увеличение содержания аминокислот в белом и красном мясе: при применении кормового сапропеля – на 3,1 и 2,5%; при использовании наноструктурного сапропеля в дозах 0,6-3,0% – на 4,6-18,6% (белое мясо) и на 4,5-115,1% (красное), в сравнении с контрольными. Наибольшее увеличение достигнуто при применении наноструктурного сапропеля в дозе 3,0% к сухому веществу рациона.

При исследовании содержания солей кадмия и свинца в мясе бройлеров установлено, что содержание их было существенно ниже допустимых количеств (табл. 9).

Таблица 9 – Содержание тяжелых металлов в мясе бройлеров, мг/кг

Показатель	Норматив #	Группа животных (n=5)						
		I контр. ОР	II ОР + 3,0% сапропеля	III ОР + 3,0% НС	IV ОР + 2,4% НС	V ОР + 1,8% НС	VI ОР + 1,2% НС	VII ОР + 0,6% НС
Кадмий								
Грудные мышцы	не более 0,05	0,020 ±0,001	0,018 ±0,001	0,016 ±0,002*	0,016 ±0,002	0,017 ±0,002	0,017 ±0,001	0,017 ±0,004
Бедренные мышцы		0,026 ±0,004	0,023 ±0,003	0,022 ±0,001	0,022 ±0,002	0,021 ±0,004	0,023 ±0,001	0,023 ±0,002
Свинец								
Грудные мышцы	не более 0,5	0,34 ±0,02	0,31 ±0,04	0,30 ±0,01*	0,30 ±0,01	0,31 ±0,03	0,32 ±0,01	0,32 ±0,04
Бедренные мышцы		0,40 ±0,02	0,37 ±0,01	0,35 ±0,02*	0,35 ±0,01	0,36 ±0,04	0,36 ±0,04	0,36 ±0,05

* $P < 0,05$

Длительное введение кормового сапропеля снизило содержание кадмия в белом и красном мясе на 10,0 и 11,5%, содержание свинца – на 8,8 и 7,5% в сравнении с контрольными показателями. Применение в рационе разных доз

наноструктурного сапропеля обусловило снижение в белом мясе солей кадмия на 15,0-20,0% ($P < 0,05$), свинца – на 5,9-11,7% ($P < 0,05$) к контролю. В красном мясе снижение солей кадмия составило 11,5-19,2% и свинца – 10,0-12,5% ($P < 0,05$), в сравнении с контрольными аналогами. Наибольшее снижение кадмия и свинца установлено при применении наноструктурного сапропеля в дозе 3,0% к рациону.

Мясо цыплят-бройлеров, полученное, при применении в их кормлении сапропеля и наноструктурного сапропеля, соответствовало СанПиН 2.3.2.2340-08 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов».

3 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях импортозамещения особое значение приобретает интенсификация отрасли животноводства с применением инновационных технологий, препаратов и кормовых добавок для управления производственными процессами сельскохозяйственных животных и качеством получаемой продукции животноводства. Разработана система научно-обоснованных технологических решений на основе применения биологически активных кормовых добавок нового поколения, изготовленных из природного сапропеля. Сапропели, являясь натуральным сырьем, обладают широким спектром биогенных органо-минеральных соединений, безвредны, доступны и высоко эффективны в живом организме.

По результатам проведенных исследований сделаны выводы:

1. Созданы новые кормовые добавки из сапропеля месторождения оз. Белое РТ – ВМК «Сапромикс», АВМК «Сапромикс» и наноструктурный сапропель, обеспечивающие улучшение метаболизма, увеличение продуктивности сельскохозяйственных животных и повышение качества их продукции.
2. Исследование на лабораторных животных – белых мышах, белых крысах, кроликах и цыплятах показало, что кормовые добавки ВМК «Сапромикс», АВМК «Сапромикс» и наноструктурный сапропель являются малотоксичными веществами, не обладают кумулятивными свойствами. В организме животных не оказывали канцерогенных, эмбриотоксических и тератогенных действий. Согласно ГОСТу 12.1.007.76 по классификации химических соединений отнесены к 4 классу опасности, а по гигиенической классификации – к малотоксичным соединениям. В безопасных дозах улучшали белковый и минеральный обмены и оказывали стимулирующее действие на рост и развитие живых организмов.
3. Поступление наноструктурного сапропеля в организм белых мышей сопровождалось дозозависимым эффектом, проявляющимся изменением структурно-функционального состояния пищевода, желудка и кишечника:
 - при сублетальной дозе – 3,0 г/кг живой массы в местах прямого контакта выявлены очаговые некротические разрушения и десквамация поверхностных эпителиальных клеток, истончение структуры и нарушение целостности стенок органов;
 - при токсической дозе – 1,8 г/кг выявлено сохранение целостности поверхностных структур, очаговая деформация эпителиальных клеток и

- гиперсекреция слизи. Обнаружено обволакивание наносапропеля слизью в желудке, как физиологически обусловленная ответная реакция организма на депрессивное количество наноструктурного сапропеля;
- при безопасной дозе 0,3 г/кг в контактных органах выявлена целостность поверхностных структур и умеренная активация секреции слизи.
4. Установлено повышение молочной продуктивности лактирующих коров при включении в рацион кормовых добавок ВМК «Сапромикс» на 4,5-6,2% и АВМК «Сапромикс» – на 6,8-8,5%. За период лактации на одну корову получено больше молока на 170,0-460,0 кг.
- Включение в рацион коров ВМК «Сапромикс» и АВМК «Сапромикс» способствовало улучшению гематологического профиля: увеличилось содержание гемоглобина на 2,0-5,3%, количества эритроцитов – на 6,6-11,7%, общего кальция на 4,8-10,3%, неорганического фосфора – на 4,9-9,2%, резервной щелочности – на 3,3-5,7%, общего белка на 2,4-5,6%, альбуминов – на 3,4-10,1%, каротина – на 1,6-5,0%.
5. Длительное введение ВМК «Сапромикс» и АВМК «Сапромикс» в рацион лактирующих коров повышало пищевую и биологическую ценности молока.
- По органолептическим, физико-химическим, микробиологическим и санитарно-гигиеническим показателям 97,0% молока соответствовало требованиям ГОСТ Р 52054-2003 как молоко высшего сорта.
 - В молоке опытных коров увеличилось содержание белка на 1,6-8,5%, жира – на 0,8-5,3 и сухого вещества на 0,8-2,4%. Улучшился минеральный состав молока: увеличилось содержание цинка на 5,6-8,9%, меди – на 3,2-10,7%, уменьшилась концентрация хрома на 13,3-31,2%, никеля – на 15,4-23,0%, свинца – на 31,2-37,5%.
 - Применение в рационе коров биологически активных комплексов «Сапромикса» на основе сапропеля способствовало повышению содержания незаменимых аминокислот на 1,6-5,0% и заменимых аминокислот – на 1,8-5,6%.
 - Более высокие показатели молочной продуктивности коров, пищевой и биологической ценности молока достигнуты при применении ВМК «Сапромикс» в дозе 5,0% и АВМК «Сапромикс» в дозе 10,0%.
6. При длительном поступлении в организм телят наноструктурного сапропеля в дозах 0,6; 1,8 и 3,0% к сухому веществу рациона в течении 60 суток увеличивалась живая масса на 3,2-7,6%. В крови повышалось содержание гемоглобина на 4,6-7,8%, количества эритроцитов – на 3,1-8,0%, количество лейкоцитов существенно не изменялось. Установлено повышение показателей минерального состава крови – общего кальция на 7,4-18,5%, неорганического фосфора – на 5,9-23,5%, резервной щелочности – на 6,8-14,0%. Длительное поступление наноструктурного сапропеля повысило в крови содержание общего белка на 3,2-4,5%. Сравнительно лучший результат прироста живой массы и улучшения морфо-биохимических показателей крови достигнуты при применении наноструктурного сапропеля в дозе 1,8% к сухому веществу рациона.

7. Длительное включение в рацион быков на откорме наноструктурного сапропеля в дозах 0,6; 1,8 и 3,0% способствовало повышению прироста живой массы на 2,3-4,9%. В крови увеличилось содержание гемоглобина на 6,7-10,0% и количество эритроцитов на 6,2-12,5%. Повысилось содержание общего кальция – на 7,4-18,5, неорганического фосфора – на 5,3-21,0%, показателя резервной щелочности – на 5,1-9,7%.

Включение в рацион быков на откорме наноструктурного сапропеля способствовало увеличению выхода мясных туш на 1,5-2,9%. Туши быков соответствовали категории «Экстра», классу «Б» и подклассу I ГОСТ Р 54315-2011.

Наноструктурный сапропель в рационе быков на откорме не оказал отрицательного влияния на ферментативные процессы созревания мяса. По органолептическим, физико-химическим и бактериологическим показателям говядина соответствовала требованиям ГОСТов для свежего, доброкачественного мяса.

Пищевая ценность мяса при использовании в рационе быков на откорме наноструктурного сапропеля повышалась. В говядине уменьшилось содержание влаги на 0,8-1,8%, увеличилось количество минеральных веществ на 7,7-15,4%, белка – на 2,2-6,5, жира – на 3,1-6,2%, повысилась калорийность мяса на 2,2-4,4%. Качество говядины улучшалось за счет снижения содержания кадмия и свинца на 16,7-33,2%.

Сравнительно лучшие показатели прироста живой массы и качества говядины достигнуты при использовании наноструктурного сапропеля в рационах быков на откорме в дозе 1,8% к сухому веществу рациона.

8. Мясная продуктивность цыплят-бройлеров, получавших в кормлении наноструктурный сапропель в дозах 3,0; 2,4; 1,8; 1,2; и 0,6% увеличилась за счет повышения живой масса на 8,3-29,3%, убойного выхода – на 1,1-1,8%, массы потрошенной тушки – на 9,6-29,5% и массы мышечной ткани – на 11,1-30,5%.

По органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям мясо бройлеров, полученное с введением в кормление разных доз наноструктурного сапропеля, соответствовало требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01 к доброкачественным продуктам.

Пищевая ценность мяса бройлеров при применении наноструктурного сапропеля повышалась. В белом и красном мясе снизилось содержание влаги на 1,5-3,8%, увеличилось количество минеральных веществ на 9,1-18,2%, белка – на 5,3-19,8%, жира – на 3,1-7,4%, повысилась калорийность мяса на 0,2-1,2%.

Биологическая ценность мяса бройлеров повысилась за счет увеличения содержания аминокислот незаменимых на 4,3-25,9%, заменимых – на 2,5-13,4%. Применение в рационе бройлеров наноструктурного сапропеля обусловило снижение в мясе солей кадмия на 11,5-20,0%, свинца – на 5,9-12,5%.

Более высокие показатели мясной продуктивности цыплят-бройлеров отмечены при использовании наноструктурного сапропеля в дозе 1,2% к сухому веществу рациона.

9. Экономическая эффективность на 1 рубль дополнительных затрат в производстве молока составила при применении ВМК «Сапромикс» 2,63-5,10 руб., при использовании АВМК «Сапромикс» 4,20-4,94 рублей. Экономическая эффективность применения разных доз наноструктурного сапропеля в рационах телят составила 1,69-9,87 руб., откормочных быков – 0,68-3,54 руб., цыплят-бройлеров – 0,63-7,48 рублей.

Предложения производству

1. Рекомендуем использовать в рационах дойных коров для улучшения метаболизма, увеличения молочной продуктивности и повышения качества молока высоко-эффективные органо-минеральные кормовые добавки ВМК «Сапромикс» в дозе 5,0% и АВМК «Сапромикс» в дозе 10,0% к сухому веществу рациона.
2. Для улучшения метаболизма, увеличения продуктивности телят и быков на откорме, повышения ветеринарно-санитарных и качественных показателей говядины рекомендуем использовать наноструктурный сапропель в дозе 1,8% к сухому веществу рациона животных.
3. В птицеводстве для повышения мясной продуктивности цыплят-бройлеров рекомендуем вводить в рацион с 10 суточного возраста биогенную, высокоэффективную кормовую добавку наноструктурный сапропель в дозе 1,2% к сухому веществу рациона.
4. Для внедрения в животноводство разработаны нормативные документы: «Приемы применения местных природных сорбентов, обеспечивающих производство качественной, нормативно соответствующей продукции сельского хозяйства» (2010); «Усовершенствованные приемы получения экологически безопасной продукции животноводства в регионах техногенной нагрузки с применением местных агроминералов для сорбции солей тяжелых металлов из организма сельскохозяйственных животных» (2012); «Приемы определения биологической безопасности наноструктурных агроминералов для использования их в кормлении сельскохозяйственных животных» (2017); Практические предложения «Кормовые концентраты «Сапромикс» для животноводства» (2014).
5. Материалы диссертации используются в учебном процессе и научно-исследовательской работе ФГБОУ ВО «КНИТУ», ФГБОУ ВО «Казанская ГАВМ».

Перспективы дальнейшей разработки темы

Теоретически обосновано и практически доказано положительное влияние сапропеля на организм животных. Внедрено в порядке производственного опыта применение в рационах крупного рогатого скота и цыплят-бройлеров кормовых добавок нового поколения на основе сапропеля для улучшения метаболизма, увеличения продуктивности и повышение качества продукции.

Перспективы дальнейшего продолжения разрабатываемой темы определяются необходимостью широкого внедрения полученных результатов диссертационного исследования в животноводческие производства для

управления продукционными процессами сельскохозяйственных животных. Целесообразна апробация на других видах животных и птице с учетом доз, способов и сроков применения сапропелевых кормовых добавок.

Список работ, опубликованных автором по теме диссертации

1. Ежкова, А.М. Влияние белково-минерально-витаминной добавки на обмен веществ дойных коров / А.М. Ежкова, **Р.Н. Файзрахманов** // Материалы Всероссийской научно-производственной конференции по актуальным проблемам ветеринарии и зоотехнии: Сб. науч. трудов. – Казань, 2002. – С. 93-94.
2. Яппаров, А.Х. Изучение содержания тяжелых металлов в системе «почва-растение-животное» / А.Х. Яппаров, А.М. Ежкова, **Р.Н. Файзрахманов** // Материалы Всероссийской научно-производственной конференции по актуальным проблемам ветеринарии и зоотехнии: Сб. науч. трудов. – Казань, 2002. – С. 134-135.
3. Ежкова, А.М. Агробиологические особенности Атнинского района Республики Татарстан / А.М. Ежкова, А.Х. Яппаров, **Р.Н. Файзрахманов** // Материалы Международной научно-производственной конференции по актуальным проблемам Агропромышленного комплекса: Сб. науч. трудов. – Казань, 2003. – С. 307-308.
4. Ежкова, А.М. Особенности метаболизма у высокопродуктивных коров в зоне экологического благополучия РТ / А.М. Ежкова, А.Х. Яппаров, **Р.Н. Файзрахманов** // Труды ТатНИИ агрохимии и почвоведения «Эффективность применения средств химизации и ресурсосберегающие технологии в сельском хозяйстве»: Сб. науч. трудов. – Казань, 2005. – С. 280-287.
5. Ежкова, А.М. Концентрация тяжелых металлов в организме дойных коров при применении местного природного сорбента / А.М. Ежкова, А.Х. Яппаров, **Р.Н. Файзрахманов** // Всерос. науч.-произ. конф. по актуальным проблемам Агропромышленного комплекса. – Казань, 2004. – С. 93-94.
6. Ежкова, А.М. Особенности гомеостаза дойных коров и качества животноводческой продукции в регионах различной техногенной нагрузки Республики Татарстан / А.М. Ежкова, А.Х. Яппаров, **Р.Н. Файзрахманов** // Труды Татарского научно-исследовательского института агрохимии и почвоведения: Сб. науч. трудов. – Казань, 2005. – С. 280-287.
7. **Файзрахманов, Р.Н.** Влияние кормовой добавки бентонита Тарн-Варского месторождения на гематологические показатели ремонтных телок / **Р.Н. Файзрахманов** // Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Казань, 2006. – С. 185-186.
8. **Файзрахманов, Р.Н.** Влияние кормовой добавки бентонита Биклянского месторождения на содержание химических элементов в органах и тканях ремонтных телок / **Р.Н. Файзрахманов** // Материалы Всероссийской научно-практической конференции. - Казань, 2006. – С. 204-205.
9. **Файзрахманов, Р.Н.** Оптимизация обмена веществ у ремонтных телок при использовании в их рационах природных бентонитов Республики Татарстан: автореф. дис. канд. с.-х. наук / **Р.Н. Файзрахманов**. – Ульяновск, 2006. – 24с.
10. **Файзрахманов, Р.Н.** Оптимизация обмена веществ у ремонтных телок при использовании в их рационах природных бентонитов Республики Татарстан: диссертация на соискание ученой степени канд. с.-х. наук / **Р.Н. Файзрахманов**. – Ульяновск, 2006. – 162с.

11. **Файзрахманов, Р.Н.** Эффективность использования природных бентонитов в рационах ремонтных телок / **Р.Н. Файзрахманов** // Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Казань, 2007. – С. 136-137.
12. Яппаров, А.Х. Сравнительная оценка гематологических показателей коров из регионов различной степени техногенной нагрузки Республики Татарстан / А.Х. Яппаров, А.М. Ежкова, **Р.Н. Файзрахманов** // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. актуальные вопросы ветеринарной медицины: Сб. науч. трудов в 2 т. - Екатеринбург, 2007. – Т. 1. – С. 33-36.
13. **Файзрахманов, Р.Н.** Показатели прироста живой массы телок при применении в их рационах кормовой добавки бентонита Тарн-Варского месторождения / **Р.Н. Файзрахманов** // Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Казань, 2007. – С. 138-139.
14. Яппаров, А.Х. Влияние кормовых добавок на качественные показатели молока / А.Х. Яппаров, А.М. Ежкова, **Р.Н. Файзрахманов** // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. актуальные вопросы ветеринарной медицины: Сб. науч. трудов. – Екатеринбург, 2007. – Т. 1. – С. 36-39.
15. Алиев, М.Ш. Анализ индейководства в России и перспективы его развития в республике Татарстан / М.Ш. Алиев, **Р.Н. Файзрахманов** // Ученые записки КГАВМ. – Казань, 2008. – Т. 193. – С. 9-12.
16. Алиев, М.Ш. Проблемы птицеводства и их решение за счет производства мяса индейки в Республике Татарстан / М.Ш. Алиев, **Р.Н. Файзрахманов**, Р.Г. Прокофьева // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Актуальные вопросы аграрной науки и образования» посв. 65-летию Ульяновской ГСХА. – Ульяновск, 2008. – С.8-9.
17. Захаров, В.П. Повышение качества продукции птицеводства в Республике Татарстан / В.П. Захаров, М.Ш. Алиев, Р.Г. Прокофьева, **Р.Н. Файзрахманов** // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Актуальные вопросы аграрной науки и образования», посв. 65-летию Ульяновской ГСХА. – Ульяновск, 2008. – С.56-58.
18. Прокофьева, Р.Г. Резервы повышения качества и конкурентоспособности птицеводческой продукции / Р.Г. Прокофьева, **Р.Н. Файзрахманов** // Материалы Всероссийской научной конференции Татарского НИИ АХП: Сб. науч. трудов. – Казань, 2008. – С. 132-135.
19. **Файзрахманов, Р.Н.** Количественные и качественные показатели продуктивности индеек / **Р.Н. Файзрахманов** // Материалы Всероссийской научной конференции Татарского НИИ АХП: Сб. науч. трудов. – Казань, 2008. – С. 135-137.
20. **Файзрахманов, Р.Н.** Оптимизация обмена веществ у ремонтных телок при использовании в их рационах кормовых добавок бентонита / **Р.Н. Файзрахманов** // Материалы Республиканской науч.-практ. конф. молодых ученых «Научные основы технологии производства сельскохозяйственной продукции»: Сб. науч. трудов. – Казань, 2008. – С.88-92.
21. Ежкова, А.М. Использование природных бентонитов Тарн-Варского и Биклянского месторождений Республики Татарстан для коррекции обмена веществ у ремонтных телок / А.М. Ежкова, А.Х. Яппаров, **Р.Н. Файзрахманов** // Материалы Всероссийской научной конференции Татарского НИИ АХП: Сб. науч. трудов. – Казань, 2008. – С. 155-160.
22. Ежкова, А.М. Миграция солей тяжелых металлов в биогеоценозе «почва-растение-животное-животноводческая продукция» в регионах различной степени техногенной нагрузки / А.М. Ежкова, А.Х. Яппаров, **Р.Н. Файзрахманов** // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Актуальные вопросы ветеринарной медицины, микробиологии, биологии и экологии»: Сб. науч. трудов. – Ульяновск, 2009. – Том 3. – С. 45-49.

23. Яппаров, А.Х. Особенности биогеоценоза Республики Татарстан / А.Х. Яппаров, А.М. Ежкова, **Р.Н. Файзрахманов** // Материалы II Съезда ветеринарных фармакологов и токсикологов России: Сб. науч. трудов.– Казань, 2009. – С. 377-382.
24. Яппаров, А.Х. Сравнительная оценка действия бентонита в организме животных из регионов с различной степенью техногенной нагрузки / А.Х. Яппаров, А.М. Ежкова, **Р.Н. Файзрахманов** [и др.] // Материалы Международной науч.-практ. конф. «Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения»: Сб. науч. трудов. – Ульяновск, 2010. – Т. IV. – С. 48-51.
25. Яппаров, А.Х. Морфофункциональные изменения печени и почек коров в зависимости от степени техногенеза / А.Х. Яппаров, М.С. Ежкова, **Р.Н. Файзрахманов** // Материалы Международной науч.-произ. конф. «Механизмы и закономерности индивидуального развития организма человека и животных»: Сб. науч. трудов. – Саранск, 2012. – С. 307-309.
26. **Файзрахманов, Р.Н.** Анализ и перспективы развития индейководства в Республике Татарстан / **Р.Н. Файзрахманов**, М.Ш. Алиев // Материалы Всероссийской науч.-произв. конф. «Научное обеспечение инновационного развития птицеводства Российской Федерации»: Сб. науч. трудов. – Казань, 2010. – С.33-35.
27. **Файзрахманов, Р.Н.** Химический состав сапропелей Республики Татарстан и перспективы их применения в животноводстве / **Р.Н. Файзрахманов** // Ученые записки КГАВМ. – Казань, 2008. – Т. 202. – С. 199-203.*
28. **Файзрахманов, Р.Н.** Изучение эмбриотоксических и тератогенных свойств сапропеля озера Белое Тукаевского района / **Р.Н. Файзрахманов**, М.А. Багманов, Ш.К. Шакиров [и др.] // Ученые записки КГАВМ. – Казань, 2011. – Т. 208. – С. 253-256.*
29. **Файзрахманов, Р.Н.** Определение острой токсичности и изучение кумулятивных свойств сапропеля / **Р.Н. Файзрахманов**, М.А. Багманов, Ш.К. Шакиров [и др.] // Ученые записки КГАВМ. – Казань, 2011. – Т. 208. – С. 256-261.*
30. **Файзрахманов, Р.Н.** Влияние препарата «Сапромикс» на метаболизм молодняка лабораторных животных / **Р.Н. Файзрахманов**, М.А. Багманов, Ш.К. Шакиров [и др.] // Материалы Всерос. науч.-практ. конф., посв. памяти Р.Г. Гареева «Научное обеспечение агропромышленного комплекса России». – Казань, 2012. – С. 473-477.
31. **Файзрахманов, Р.Н.** Разработка и изучение токсикологических свойств органо-витаминно-минеральной добавки «Сапромикс» / **Р.Н. Файзрахманов**, М.А. Багманов, Ш.К. Шакиров [и др.] // Материалы Всерос. науч.-практ. конф., посв. памяти Р.Г. Гареева «Научное обеспечение агропромышленного комплекса России». – Казань, 2012. – С. 477-482.
32. **Файзрахманов, Р.Н.** Токсикологическая оценка кормовой добавки на основе сапропеля / **Р.Н. Файзрахманов**, М.А. Багманов, Ш.К. Шакиров [и др.] // Ученые записки КГАВМ. – Казань, 2012. – Т. 211. – С. 307-311.*
33. **Файзрахманов, Р.Н.** Эффективность использования сапропеля в рационах молодняка крупного рогатого скота / **Р.Н. Файзрахманов**, Р.Р. Рахматуллин // Ученые записки КГАВМ. – Казань, 2012. – Т. 212. – С. 403-407. *
34. **Файзрахманов, Р.Н.** Влияние витаминно-минерального концентрата «Сапромикс» на микроэлементный состав молока коров / **Р.Н. Файзрахманов**, Ш.К. Шакиров, Р.Р. Хузин [и др.] // Ученые записки КГАВМ. – Казань, 2013. – Т. 214. – С. 452-456. *
35. **Файзрахманов, Р.Н.** Состояние белкового и минерального обмена веществ у коров при применении витаминно-минерального концентрата «Сапромикс» / **Р.Н. Файзрахманов**, Ш.К. Шакиров, И.Т. Вазыхов [и др.] // Ученые записки КГАВМ. – Казань, 2013. – Т. 214. – С. 456-460. *
36. Яппаров, А.Х. Влияние минерального сорбента на функциональные и морфологические показатели органов и тканей дойных коров в регионах техногенной

- нагрузки / А.Х. Яппаров, А.М. Ежкова, **Р.Н. Файзрахманов** // Материалы Всерос. науч.-прак. конф., посв. 75-летию образования Владимирского НИИСХ «Инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Нечерноземье»: Сб. науч. трудов. – Владимир, 2013. – С. 279-282.
37. Ежкова, А.М. Эффективность применения бентонита для оптимизации обмена веществ у ремонтных телок / А.М. Ежкова, **Р.Н. Файзрахманов** // Материалы Всерос. науч.-прак. конф. «Развитие и внедрение современных технологий и систем ведения сельского хозяйства, обеспечивающих экологическую безопасность окружающей среды»: Сб. науч. трудов. – Пермь, 2013. – С. 45-50.
38. Шакиров, Ш.К. Молочная продуктивность коров при использовании в рационах витаминно-минерального концентрата «Сапромикс» / Ш.К. Шакиров, **Р.Н. Файзрахманов** // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. – 2013. – Т. 3. – №6. – С. 280-282.
39. Файзрахманов, Р.Н. АВМК для жвачных / **Р.Н. Файзрахманов**, М.А. Багманов, Ш.К. Шакиров [и др.] // Комбикорма. – 2014. – №3. – С.78-82. *
40. Шакиров, Ш.К. Результаты применения витаминно-минерального концентрата «Сапромикс» в профилактике нарушений обмена веществ коров и телят / Ш.К. Шакиров, **Р.Н. Файзрахманов**, И.Т. Вазыхов [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 2014. - №2. – С. 25-27. *
41. Ежкова, А.М. Повышение эффективности молочного скотоводства и улучшение качества молока при использовании природных минералов / А.М. Ежкова, Ш.К. Шакиров, **Р.Н. Файзрахманов** // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – № 10. – С. 149-152. *
42. **Файзрахманов, Р.Н.** Воспроизводительная способность коров при использовании кормовых добавок «Сапромикс» / **Р.Н. Файзрахманов**, Ш.К. Шакиров, Р.Н. Файзрахманов // Ученые записки КГАВМ. – Казань, 2015. – Т. 222. – С. 224-226. *
43. **Файзрахманов, Р.Н.** Влияние кормовых добавок на микроэлементный состав крови коров / **Р.Н. Файзрахманов**, Ш.К. Шакиров, Р.Н. Файзрахманов // Ученые записки КГАВМ. – Казань, 2015. – Т. 222. – С. 226-229. *
44. Яппаров, А.Х. Морфо-функциональные изменения печени и почек коров в зависимости от степени техногенеза / А.Х. Яппаров, М.С. Ежкова, **Р.Н. Файзрахманов** // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию заслуженного деятеля науки РФ, д.б.н., профессора Тельцова Леонида Петровича «Механизмы и закономерности индивидуального развития человека и животных»: Сб. науч. трудов. – 2015. – С.307-309.
45. Ежков, В.О. Изучение действия разных доз наноструктурного сапропеля на морфофункциональное состояние органов желудочно-кишечного тракта белых мышей / В.О. Ежков, А.Х. Яппаров, А.М. Ежкова, **Р.Н. Файзрахманов** [и др.] // Российские нанотехнологии. – 2016. – №7-8. – С.92-100. *
46. Ежкова, А.М. Содержание тяжелых металлов в говядине при различной степени техногенной нагрузки / А.М. Ежкова, А.Х. Яппаров, **Р.Н. Файзрахманов** [и др.] // Вестник технологического университета. – 2016. – Т.19. – №20. – С.179-183. *
47. Ежков, В.О. Наноструктурный сапропель: изготовление, изучение физико-химических свойств и определение безопасных доз применения / В.О. Ежков, Е.В. Семакина, **Р.Н. Файзрахманов** // Вестник технологического университета. – 2016. – Т.19. – №20. – С.172-177. *
48. Ezhkov, V.O. Studying the action of different doses of nanostructured sapropel on the morpho-functional state of the contact of the digestive system of white mice / V.O. Ezhkov, A.Kh. Yapparov, A.M. Ezhkova, I.A. Yapparov, G.O. Ezhkova, **R.N. Faizrakhmanov**, T.Y. Motina // Nanotechnologies in Russia. – 2016. – Vol. 11. – Nos. 7-8. – P. 497-505. ▲

49. Семакина, Е.В. Наноструктурный сапропель - инновационная органоминеральная кормовая добавка для повышения продуктивности бройлеров и улучшения качества мяса / Е.В. Семакина, А.М. Ежкова, В.О. Ежков, **Р.Н. Файзрахманов**, Д.В. Ежкова // Научная сессия: аннотации сообщений / Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2017. – С. 311.
50. Семакина, Е.В. Биологическая безопасность наноструктурного сапропеля и влияние его на морфофункциональное состояние органов пищеварения животных / Е.В. Семакина, В.О. Ежков, **Р.Н. Файзрахманов** [и др.] // Научная сессия: аннотации сообщений / Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2017. – С. 311.
51. Ежков, В.О. Влияние сапропеля на агрохимические показатели почвы, урожайность и качество овощных культур / В.О. Ежков, Р.Р. Газизов, И.А. Яппаров, **Р.Н. Файзрахманов** [и др.] // Вестник технологического университета. – 2017. – Т.20. – №6. – С.127-130. *
52. Семакина, Е.В. Морфофункциональное состояние печени при использовании наноструктурного сапропеля на примере белых мышей / Е.В. Семакина, Д.В. Ежкова, В.О. Ежков, **Р.Н. Файзрахманов** // Ученые записки КГАВМ. – Казань, 2017. – Т. 232. – №4. – С. 128-133. *
53. Мадышев, И.Ш. Эффективность кормовых добавок в животноводстве / И.Ш. Мадышев, **Р.Н. Файзрахманов**, И.Н. Камалдинов // Ученые записки КГАВМ. – Казань, 2017. – Т. 232. – №4. – С. 105-108. *
54. **Файзрахманов, Р.Н.** Влияние кормовых концентратов «Сапромикс» на химический состав молока коров / **Р.Н. Файзрахманов**, С.Л. Гараев // Материалы X Юбилейной Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. Башкирский ГАУ «Наука молодых – инновационному развитию АПК»: Сб. науч. трудов. – 2017. – Т.20. – №6. – С.121-124.
55. Сафиуллина, Г.Я. Морфологический и биохимический состав крови животных при введении в рацион нативного и наноструктурного агроминерала / Г.Я. Сафиуллина, К.Г. Валеуллов, **Р.Н. Файзрахманов** [и др.] // Вестник технологического университета. – 2017. – Т.20. – №21. – С.126-129. *
56. Ежкова, А.М. Биологическое поглощение солей тяжелых металлов в системе «Почва-растение-животное - сельскохозяйственная продукция» / А.М. Ежкова, А.Х. Яппаров, В.О. Ежков, **Р.Н. Файзрахманов** [и др.] // Материалы IX Международного симпозиума НП «Содружество ученых агрохимиков и агроэкологов» Под редакцией В.Г. Сычева «Состояние и динамика плодородия почв в связи с продуктивностью земледелия»: Сб. науч. трудов. – 2017. – С. 103-109.
57. Ежкова, А.М. Живая масса и состав крови телят в зависимости от формы и дозы применения кормовых добавок на основе сапропеля / А.М. Ежкова, И.А. Яппаров, **Р.Н. Файзрахманов** [и др.] // Ветеринарный врач. - 2018. - № 4. - С. 48-53.*
58. Ежкова, А.М. Мясная продуктивность и качество мяса цыплят-бройлеров при включении в рацион наноструктурного сапропеля / А.М. Ежкова, И.А. Яппаров, **Р.Н. Файзрахманов** [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32. - № 7. – С. 59-64. *

Примечание: * – рецензируемые научные издания из перечня ВАК при Министерстве образования и науки РФ;

▲ – рецензируемые научные издания в международных базах цитирования Scopus и Web of Science.

Патенты на изобретение РФ

1. Пат. РФ № 2512305 Витаминно-минеральный концентрат «Сапромикс» для сельскохозяйственных животных (варианты) / Ш.К. Шакиров, М.А. Багманов, **Р.Н. Файзрахманов**, Р.Н. Файзрахманов, И.Т. Вазыхов. – Заявлено: 4.10.2012; опубликовано: 10.04.2014.
2. Пат. РФ № 2588276 Кормовая добавка для повышения качества шкурок и меха пушных зверей /А.М. Ежкова, А.Х. Яппаров, Д.А. Яппаров, **Р.Н. Файзрахманов**, В.О. Ежков, И.А. Яппаров, И.А. Дегтярева, Р.Р. Газизов. – Заявлено: 28.04.2015; опубликовано: 27.06.2016.
3. Пат. РФ № 2590951 Способ снижения содержания свинца и кадмия в мясной массе домашней птицы / А.Х. Яппаров, **Р.Н. Файзрахманов**, И.А. Дегтярева, А.М. Ежкова, В.О. Ежков, И.А. Яппаров, Д.А. Яппаров. – Заявлено: 22.10.2014; опубликовано: 10.07.2016.