

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения»

На правах рукописи

САФИУЛЛИНА ГУЛЬНАЗ ЯХЪЯЕВНА

**МЯСНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ГОВЯДИНЫ
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В РАЦИОНЕ БЫКОВ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ
НАНОСТРУКТУРНЫЙ ВЕРМИКУЛИТ**

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

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель:
доктор ветеринарных наук, доцент
Ежков В.О.

Казань – 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
1 ВВЕДЕНИЕ.....	4
2 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	11
2.1 Вермикулит в кормлении сельскохозяйственных животных.....	11
2.2 Нанотехнологии в пищевой промышленности.....	20
2.3 Нанотехнологии для повышения продуктивности сельскохозяйственных животных.....	30
3 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	40
4 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	45
4.1 Изготовление наноструктурного вермикулита, изучение его структуры, размера и форм частиц	45
4.1.1 Определение безопасных способов введения наноразмерного вермикулита в организм животных.....	48
4.1.2 Изучение острой оральной токсичности.....	51
4.1.3 Изучение кумулятивных свойств.....	55
4.1.4 Определение общей токсичности при накожном применении.....	57
4.2 Производственные испытания.....	58
4.2.1 Показатели живой массы, морфологии и биохимии крови в динамике опыта по применению кормовой добавки наноструктурный вермикулит.....	58
4.2.2 Предубойное исследование быков.....	66
4.2.3 Органолептическая оценка туш и внутренних органов быков.....	68
4.2.4 Органолептическая оценка говядины.....	71
4.2.5 Химический состав говядины.....	74
4.2.6 Физико-химические свойства мяса.....	77
4.2.7 Микробиологические исследования мяса быков.....	81

4.2.8 Функционально-технологические свойства мяса.....	83
4.8 Экономическая эффективность использования кормовой добавки наноструктурного вермикулита при выращивании быков	88
5 ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	91
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	106
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ.....	108
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	109
СПИСОК ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА.....	138
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ НАИМЕНОВАНИЙ.....	140
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	141

1 ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. В основу государственной программы «Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года» входит долгосрочное улучшение санитарно-гигиенических, биологических и пищевых характеристик продуктов питания [142]. В последние годы на рынке появилось огромное количество недостаточно контролируемых премиксов, биологически активных веществ (БАВ), стимуляторов роста и других препаратов для животных и растений, которые оказывают существенное влияние на качество конечного продукта. Удельный вес нестандартных проб продуктов из мяса вырос с 1,6% в 2015 году до 3,7% в 2016. Поэтому, задачей первостепенной важности является повышение санитарного качества и безопасности продуктов питания животного происхождения.

Реализация генетического потенциала животных по продуктивности и качеству продукции возможна при балансировании их рационов кормовыми добавками. Добавки нового поколения позволяют влиять на качественные характеристики мяса, повышать его биологическую и пищевую ценность, что диктует настоятельную необходимость научно-обоснованной ветеринарно-санитарной оценки продуктов животноводства.

В последние годы все больше применяются функциональные и интерактивные кормовые добавки, отвечающие требованиям организма животных и способные доставлять питательные вещества более эффективно, повышая биологическую и пищевую ценности мяса [87, 159, 175, 197].

В качестве кормовых добавок нового поколения применяют добавки на основе природных минералов и их активированных аналогов. Агроминералы богаты биогенными макро- и микроэлементами, восполняют минеральное питание сельскохозяйственных животных, стимулируют процессы пищеварения и повышают усвояемость питательных веществ, вследствие чего усиливается естественная способность организма сопротивляться негативным факторам,

увеличивается продуктивность животных и улучшается качество продукции [10, 129, 130, 162]. Среди природных агроминералов вермикулит является эффективнейшим восполнителем минерального питания в организме животных и сорбентом токсинов [1, 26, 31, 62, 169].

Нанотехнологии стали одними из самых перспективных технологий, способных революционизировать традиционную науку о животноводстве, кормовых и пищевых технологиях [96, 221, 240, 252]. Многие исследователи считают наноструктурные кормовые добавки эффективными, положительно влияющими на статус здоровья животных и их продуктивность. Данные по действию наноструктур на ветеринарно-санитарные показатели, биологическую безопасность мяса и мясопродуктов в научной литературе ограничены.

В связи с этим, большое значение приобретает изучение влияния наноструктурного вермикулита в виде кормовых добавок на увеличение продуктивности животных, повышение санитарного качества и безопасности продуктов питания животного происхождения.

Степень разработанности темы. Во всем мире ученые создают и внедряют в различные отрасли народного хозяйства новые эффективные материалы, содержащие высокоактивные наночастицы и разрабатывают технологии их использования [96, 116, 183, 224, 228].

Большой объем исследований зарубежных и российских ученых направлены на изучение безопасности применения лекарственных веществ, содержащих наночастицы. Ведутся активные поиски адресной доставки их к месту поражения [71, 139, 188, 209, 267].

В животноводстве в последние годы появились работы по применению наночастиц в составе кормовых добавок для сельскохозяйственных животных с целью увеличения их продуктивности. В исследованиях некоторых авторов изучены фармако-токсикологические свойства наноразмерного бентонита и показано повышение живой массы бройлеров [106]. Герасимов и соавторы (2016) выявили положительное влияние наноструктурного фосфорита на метаболизм уток и гигиенические показатели мяса и мясопродуктов.

В современных условиях ведения животноводства и необходимости перехода от промышленных технологий к инновационно биоиндустриальным необходимо научное обоснование по применению наноструктурных минеральных кормовых добавок для максимальной реализации генетического потенциала по мясной продуктивности, восполнения дефицита минеральных веществ в рационах, улучшения санитарно-гигиенических качеств производимой продукции.

Нами проводились исследования влияния нановермикулита на мясную продуктивность быков на откорме и безопасность производства говядины.

Работа является частью плановых комплексных исследований федерального государственного бюджетного научного учреждения «Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения» (ФГБНУ Татарский НИИАХП) по теме 02.07.03.01 «Изучение биологической безопасности наноразмерных минералов для использования их в кормлении сельскохозяйственных животных», № госрегистрации 0746-2015-0012 и плановых научно-исследовательских работ кафедры «Технологии мясных и молочных продуктов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет» (ФГБОУ ВО КНИТУ).

Цель и задачи исследований. Цель работы – изготовление и изучение влияния наноструктурного вермикулита в виде кормовой добавки для повышения мясной продуктивности быков и улучшения качества говядины.

Задачи исследований:

- 1) изготовить наноструктурный вермикулит, изучить его структуру, токсические свойства и биологическую безопасность применения;
- 2) изучить гематологические, росто-весовые и морфологические показатели быков, получавших в кормлении разные дозы наноструктурного вермикулита;
- 3) изучить ветеринарно-санитарные показатели мяса быков, получавших в рационах разные дозы наноструктурного вермикулита;

- 4) изучить химический состав, энергетическую и пищевую ценность говядины и ее функционально-технологические свойства при введении в рацион быков на откорме наноструктурного вермикулита.

Научная новизна исследований. Впервые из природного минерала вермикулита Красноярского края Российской Федерации изготовлен наноструктурный вермикулит. Получены новые знания о строении и свойствах наноструктурного вермикулита. Дана токсикологическая оценка, установлена возможность его использования в виде кормовой добавки и определены безопасные дозы применения.

Выявлено положительное влияние наноструктурного вермикулита на живую массу и морфо-биохимические показатели крови быков на откорме. Установлено сорбционное действие наноструктурного вермикулита в организме быков к солям кадмия и свинца.

Впервые изучено влияние наноструктурного вермикулита на химический состав, калорийность и пищевую ценность, органолептические, физико-химические и микробиологические показатели говядины. Дана санитарно-гигиеническая характеристика и исследованы функционально-технологические свойства мяса быков на откорме, выращенных с применением в кормлении наноструктурного вермикулита в разных дозах.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическая значимость работы заключается в обосновании возможности получения и применения наноструктурного вермикулита для увеличения мясной продуктивности быков и улучшения качества говядины. Научно обосновано получение наноструктурного вермикулита и значительное усиление его свойств на основании изменения структуры, частиц и форм. Показана эффективность применения разных доз наноструктурного вермикулита на живую массу и гематологические показатели. Выявлено положительное влияние на ветеринарно-санитарные и функционально-технологические характеристики говядины.

Практическая ценность работы определяется разработкой оптимальных доз наноструктурного вермикулита при однократном и многократном введении его в рационы животных. По результатам исследований рекомендовано в

животноводство использование наноструктурного вермикулита в виде кормовой добавки в дозах 0,2% и 0,6% к сухому веществу рациона. На Российской агропромышленной выставке Министерства сельского хозяйства РФ «Золотая осень» в 2016 г. «За разработку технологии применения кормовой добавки из наноструктурного вермикулита для повышения качества животноводческой продукции» награждена Золотой медалью.

Результаты исследований внедрены в ООО «Агрофирма АЮ» Арского района РТ.

Материалы диссертации использованы при разработке «Приемов определения биологической безопасности наноструктурных агроминералов для использования их в кормлении сельскохозяйственных животных» и используются в учебном процессе и научно-исследовательской работе ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет».

Методология и методы исследования. В методологическом аспекте разработана технология применения наноструктурного вермикулита в качестве кормовой добавки, изучена его токсикологическая безопасность и использование в рационы быков, определены количественные и качественные показатели мясной продуктивности, проведена ветеринарно-санитарная экспертиза говядины с использованием в экспериментах и производственных испытаниях образцов вермикулита и наноструктурного вермикулита, 148 нелинейных белых мышей, 6 кроликов породы «Серый великан», 125 быков на окорме.

Наноструктурный вермикулит получали методом ультразвукового диспергирования термо-, механоактивированного вермикулита, структуру исследовали методом сканирующей зондовой микроскопии. Токсикологическую безопасность наноструктурного вермикулита определяли токсиколого-гигиенической оценкой безопасности наноматериалов по МУ 1.2.2520-09.

При исследовании влияния наноструктурного вермикулита на организм быков на откорме использовали морфологические, биохимические методы исследований, определяли зоотехнические показатели роста и развития быков. Туши быков и говядину исследовали с применением органолептических,

химических, физико-химических, биохимических и микробиологических методов и тестов ветеринарно-санитарной экспертизы.

Положения, выносимые на защиту:

- 1) Структура, размер и форма частиц наноструктурного вермикулита, изготовленного методом ультразвукового диспергирования, отличается от этих показателей вермикулита.
- 2) Токсикологическая оценка наноструктурного вермикулита выявила его безвредность и определила возможность применения в кормлении животных.
- 3) Наноструктурный вермикулит в оптимальных дозах оказывает выраженное положительное действие на морфологический, биохимический составы крови и обеспечивает высокую мясную продуктивность.
- 4) Ветеринарно-санитарная оценка, химический состав и структурно-функциональные свойства мяса быков, получавших в рационе наноструктурный вермикулит, соответствуют нормативным показателям.

Степень достоверности и апробация результатов. Степень достоверности полученного в диссертационных исследованиях материала обусловлена 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 итоговых кафедральных заседаниях ФГБОУ ВО «КНИТУ» и годовых отчетах по итогам НИР ФГБНУ «Татарский НИИАХП» в период 2013-2016 гг., международных научно-практических конференциях (Казань, 2017; Соленое Займище, 2017), международных конференциях молодых ученых «Пищевые технологии и биотехнологии» (Казань, 2016).

Публикация результатов исследований. По теме диссертации опубликовано 8 работ, из которых 4 в ведущих рецензируемых научных журналах

и изданиях в соответствии с перечнем ВАК при Министерстве образования и науки РФ.

Структура и объем диссертации. Диссертация содержит разделы: введение (4 с.), обзор литературы (11 с.), материалы и методы исследований (40 с.), результаты собственных исследований (45 с.), обсуждение результатов собственных исследований (91 с.), заключение (106 с.), предложение производству (108 с.), список литературы (109 с.), список иллюстративного материала (138 с.), список сокращений наименований (140 с.) и приложения (141 с.). Работа изложена на 140 странице компьютерного текста, содержит 19 таблиц, 5 рисунков. Список литературы включает 272 источника, в том числе 88 зарубежных.

минерала до диапазона температур 540-810 градусов по Цельсию, создало вспученный вермикулит. Таким образом, плотные чешуйки руды в процессе отшелушивания преобразовались в легкие и пористые гранулы. И в такой расширенной форме вермикулит стал еще больше химически активным и биологически инертным [210].

Одним из важнейших факторов получения высокопродуктивной птицы в промышленных масштабах является полноценное и сбалансированное питание птицы, в частности, минеральное. На сегодняшний день для решения проблемы минерального питания птицы используют различные комбикорма и кормовые добавки. Которые, однако, не всегда отвечают требованиям по отсутствию антимикотоксической активности и наличию широкого спектра питательных веществ. В этой связи не случайно обращено внимание на некоторые агроминералы, свойства и влияние которых хорошо изучены на сегодняшний день [27, 107, 123, 164, 150].

В работе Магера П.В. (1997) изучено влияние 3% вспученного вермикулита, добавляемого в составе кормосмеси в рацион песцов основного стада и молодняка, на показатели живой массы, морфологические и биохимические показатели крови, на шкурки животных. В ходе исследований наблюдали увеличение количества ощенившихся самок: 98,32% опытных против 95,74% контрольных. От самок, получавших дополнительно к рациону 3% вспученный вермикулит, родилось в среднем 7,1 щенок на голову, а от самок контрольных, которые добавку не получали, родилось 6,5 щенка на голову. Показатели живой массы тела были лучше у песцов опытной группы.

Благодаря добавлению 3% вспученного вермикулита в рацион забойных песцов, были получены шкурки большего размера с развитым густым блестящим волосиным покровом и с чистой мездрой бело-розового цвета в сравнении с контролем. Морфологические и биохимические показатели крови у опытных самок песцов, благодаря скармливанию им вермикулита из расчета 3% к основному рациону, были лучше, чем у контрольных: содержание гемоглобина – выше на 20,6%, количество эритроцитов - выше на 4,2%, цветовой показатель – выше на 15,8%, отношение А/Г – выше на 18%, чем в контрольной группе [95].

Козловой Л.Г. (2002) показано, что применение минеральной кормовой добавки вермикулита в рацион цыплят-бройлеров в дозе 2% к сухому веществу корма, начиная с 7-суточного возраста, обусловило увеличение сохранности поголовья на 2%, увеличение прироста живой массы птицы на 8,9% и уменьшение расхода корма на единицу продукции на 8,9%.

Главными показателями качества птицеводческой продукции на птицефабриках выступают гематологические показатели крови и биохимические показатели сыворотки крови птиц. Кровь выполняют логистическую функцию по доставке питательных веществ к органам и тканям и выведению продуктов распада из организма. Таким образом, по крови можно судить о происходящих обменных процессах в организме [1, 86, 124, 169].

У цыплят опытной группы, получавших дополнительно к основному рациону сорбирующую кормовую добавку на основе 5% Коксуского шунгита, 5% Чанканайского цеолита и 5% Кулантауского вермикулита, наблюдалась нормализация обмена минеральных веществ согласно полученным значениям биохимических показателей сыворотки крови, что отмечалось увеличением количества общего кальция, магния и фосфора. В большеберцовой кости опытных птиц возросло количество кальция на 18,2%, а фосфора – на 33,3% [169, 185].

Вермикулит благодаря своим ионообменным, катализирующим и сорбционным свойствам способствует улучшению качества конечной продукции птицеводства: благодаря нему накопление тяжелых металлов и мышьяка в продуктах убоя птицы не происходит. А также, являясь биологически активным средством, вермикулит устраняет факторы развития риска заболеваний желудочно-кишечного тракта и токсикозов, увеличивает естественную резистентность организма [1, 19, 26, 30, 95, 169].

Применение вермикулита в кормлении цыплят-бройлеров поспособствовало росту количества Т-лимфоцитов и В-лимфоцитов и корригирующему поствакцинальному иммунному ответу, что говорит об активации деятельности иммунной системы. Также было зафиксировано увеличение лизоцимной, бактерицидной, фагоцитарной активностей, что свидетельствовало о росте неспецифической резистентности [86, 178].

Установлено, что введение вермикулита в дозе 3% к массе корма в рацион курам-несушкам способствует повышению качества яиц: масса увеличивается на 2,5%, толщина скорлупы – на 10%, плотность яйца – на 11,3%. Добавление вермикулита в ограниченный рацион 4-6% курам-несушкам способствовало улучшению биофизических свойств яиц: увеличивались относительная масса белка, индексы белка и желтка, содержание витаминов В1 и В2. В ходе исследований наблюдалось сокращение предкладкового периода на 6 суток, увеличение яйценоскости на 30%. Добавление вермикулита обусловило получение разницы по массе потрошеной туши цыплят в среднем на 3,3% в пользу цыплят, получавших вермикулит, по массе грудных мышц – на 5,2% преимущество у опытной группы, по массе мышц бедра и голени – на 3,9% группа птиц, потреблявшая вермикулит, превзошла контрольную [1, 75, 86, 169].

В работе Побединского (2011) изучено влияние вспученного вермикулита Татарского месторождения в дозе 3,5% от общего количества концентрированных кормов на физиологическое состояние и продуктивность коров. Исследования показали, что обработанный природный адсорбент, добавляемый в рацион животным в период сухостоя, способствовал нормализации гематологических показателей крови и биохимических показателей сыворотки крови. Благодаря ему повысились коэффициенты переваримости основных веществ рациона коров опытной группы по сравнению с аналогичными контрольными коэффициентами. Единственным исключением явился коэффициент переваримости каротина, который оказался ниже контрольного на 26,11%.

В связи с тем, что вспученный вермикулит обладает большей сорбционной способностью, чем вермикулитовая руда: 17,4% против 9,66% - использование нативного минерала после дополнительной обработки оказал более эффективное влияние на сорбцию микотоксинов и их выведение из организма животного. Благодаря добавлению вспученного вермикулита в оптимальной дозе удалось повысить воспроизводительные функции коров, увеличить сохранность молодняка на 5,6% [32, 130].

Исследования показали, что вермикулит в дозе 0,3 г/кг живой массы в рационе коров поспособствовал повышению массы тела телят при рождении на

3,2%, снизил количество заболеваний желудочно-кишечного тракта коров на 6,6%, благоприятствовал нормализации обменных процессов у коров, что было видно по увеличению в крови содержания глюкозы на 11,2%, общего кальция – на 5,7%, неорганического фосфора – на 4,4% и по снижению концентрации холестерина на 33,4%. Включение в рацион коровам в период стельности добавки вермикулит способствовало предупреждению аборт, снижению в два раза послеродовых осложнений и на 25% патологических отелов [75, 110].

Добавление вермикулита, обогащенного витаминами А, Д₃, Е, в кормление телятам способствовало снижению их заболеваемости на 45%. В сравнении с контрольными телятами падеж и вынужденный убой опытных телят был в три раза ниже контрольных [110].

Введением в рацион коровам вспученного вермикулита Татарского месторождения в дозе 3,5% от общего количества концентратов повысили молочную продуктивность коров в среднем на 351 кг от каждого животного за 305 дней лактации. Тем самым стало возможным снижение затрат корма на производство одной единицы продукции, что, в свою очередь, явилось причиной увеличения значения рентабельности на 10,77% [33, 130].

Прекрасным источником большинства минералов, которое особенно требуется растущему организму, является молоко. Концентрация минеральных веществ в молоке, как правило, постоянна при различном уровне их потребления. В том случае, если обнаруживается выраженный дефицит минеральных веществ в организме, то, в первую очередь, снижается молочная продуктивность, нежели концентрация минеральных веществ в молоке. Таким образом, дефицит минеральных веществ в организме ведет к снижению молочной продуктивности животных. На химический состав молока на 45% влияют внешние факторы, одним из которых является и кормление, за остальные 55% отвечает наследственность. Существует прямая зависимость между аминокислотным составом белков молока и пищевой ценностью молока. Макро- и микроэлементы наряду с основными компонентами также обуславливают высокую пищевую и биологическую ценности молока [33, 100, 156].

В исследованиях Смекалова М.А. (2011) добавление биовермикулита [38], выпускаемого ОАО «Ковдорслюда» г. Ковдор Мурманской области, в рацион дойным коровам бурой швицкой породы, находящимся в условиях техногенной зоны, а именно, в Тульской области, позволило повысить среднесуточные удои по сравнению с контролем в 1 опытной группе на 17,1%, коровы которой дополнительно к основному рациону принимали биовермикулит в количестве 200 г/гол в сутки, и во 2 опытной группе на 8,9%, коровы которой дополнительно принимали биовермикулит в количестве 100 г/гол в сутки, а также снизить в молоке содержание кадмия в 5,85-6,23 раза по сравнению с контролем, свинца – в 2,04 раза в первой опытной группе, во второй содержание его практически не изменилось. Наблюдалась тенденция к увеличению гемоглобина крови и снижению лейкоцитов, повышение содержания общего белка и альбуминов, что говорит о положительном влиянии на организм животных.

Исследование влияния кормовой добавки сапроверм «Энергия Еткуля», разработанная на основе вермикулита и сапропеля, полученного с относительно нового месторождения озера Оренбург Еткульского района Челябинской области, на молочную продуктивность коров симментальской породы австрийской селекции показало, что для повышения биологической и питательной ценностей молока оптимальной дозой является 0,95 г/кг живой массы в сутки. Введение данной добавки в рацион коровам в указанной выше дозе способствует повышению количественного соотношения аминокислотного состава молока и увеличению массы незаменимых аминокислот в молочном белке [19, 20, 21].

Существуют четыре группы показателей качества мяса. Одной из них является группа показателей функционально-технологических свойств (ФТС) мяса. В частности, одними из важных ФТС мяса являются влагосвязывающая и влагоудерживающая способности мяса. От того насколько мясо способно удерживать сок и поглощать воду зависят такие его свойства и показатели, как например: сочность, нежность, потери мясного сока при тепловой обработке (степень увариваемости), внешний вид, технологические свойства и многие другие. Например, при продаже мяса важно, чтобы разрез мяса был сухим, что напрямую зависит от способности мяса удерживать сок. При изготовлении колбас

определяющее значение имеет способность поглощения свободной влаги мясом [5, 23, 72, 180]. Вода, входящая в состав не разрушенных тканей мяса, не одинакова по физико-химическим свойствам и выполняемым ролям. Существуют две формы воды: свободная и связанная [78, 91].

Связанная вода активно удерживается главным образом белковыми веществами и другими компонентами клеток и тканей. Около 70% воды ассоциируется с белками миофибрилл, определяя их пространственную конфигурацию и функциональную деятельность. Связанная вода характеризуется рядом специфических свойств: более низкой точкой замерзания, меньшим объемом, неспособностью растворять вещества, инертные в химическом отношении [78, 91].

Свободная влага – это вода, которая не связана с составными частями мяса. Она играет роль растворителя для органических и минеральных веществ. Такая вода замерзает при 0°C и легко удаляется из ткани за счет осмотического давления [78, 91].

Например, для увеличения срока годности пищевого продукта, его сушат, т.е. из него удаляют свободную влагу, тем самым понижая активность воды, определяемую по соотношению свободной и связанной влаги [78, 101].

Быковой О.А. (2017) проведены исследования воздействия кормовых добавок сапропеля и сапроверма «Энергия Еткуля» на качество мяса, полученного от бычков на откорме симментальной породы, которые дополнительно к основному рациону в смеси с концентрированным кормом получали 0,75 г сапропеля на килограмм живой массы в сутки (I опытная группа), либо 0,95 г сапроверма «Энергия Еткуля» на каждый килограмм живой массы в сутки (II опытная группа). Было установлено, что наиболее высокой влагоудерживающей способностью и наименьшей степенью увариваемости обладало мясо II опытной группы, получавшей сапроверм «Энергия Еткуля». В этой связи говядина от II опытной группы имела самое высокое значение кулинарно-технологического показателя в сравнении с контролем и I опытной группой, получавшей сапропель.

Биологическая ценность мяса напрямую зависит от содержания в нем незаменимых аминокислот. А по соотношению незаменимых аминокислот к

заменимым можно говорить о пищевой ценности продукта. В ходе исследований белковый качественный показатель определяли у мякоти туши и длиннейшего мускула спины отношением количества триптофана (незаменимая аминокислота) к количеству оксипролина (заменимая аминокислота). В результате наивысшей биологической полноценностью обладало мясо от бычков, получавших сапроверм «Энергия Еткуля», которое обладало также и наиболее высокой пищевой и энергетической ценностями в сравнении с аналогичными показателями качества мяса контрольной группы и опытной группы, получавшей сапропель [19, 20, 21].

Установлено, что у бычков на откорме, получавших дополнительно в корм вермикулит в дозе 2% к сухому веществу, лучше развиваются мясные формы, о чем свидетельствовали сопоставление индексов телосложения и экстерьер животных. У опытных бычков задняя часть туловища была более развита. Бычки были шире в маклоках и более мускулистые, чем контрольные [105, 127].

Опыты, проводимые В. Долговым (2008), показали, что природный минерал вермикулит в дозе 0,2 г/кг живой массы, даваемый в корм телятам, способствует повышению прироста телят на 8,1%, увеличению сохранности молодняка до 100%. И экономический эффект от его использования выше, чем от использования цеолита. Для увеличения ростостимулирующего эффекта рекомендовано применять вермикулит с солями хлорной кислоты.

Исследованиями было выявлено, что при добавлении к корму поросят вермикулита в количестве 3% от основного рациона происходит улучшение физиологического состояния животных, обогащение химического и минерального составов мяса, увеличение уровня гемоглобина у поросят на 8% [75].

На сегодняшний день вермикулит благодаря своим высоким абсорбционным свойствам широко используют в животноводстве в качестве носителей жидких питательных веществ, например, таких как жиры, витамины, меласса, лекарственные вещества на жидкой основе. Он обладает жироемкостью в количестве 200-300% от своей массы, что позволяет получать сыпучий концентрат в соотношении 30% вермикулита и 70% жира [75].

Только вылупившиеся цыплята, в частности, индюшата плохо привыкают к комбикормовым смесям и должного аппетита к ним не испытывают в связи с их

внешним видом и реологическими свойствами. Для решения данной проблемы целесообразно добавлять к комбикормам вермикулит до 5% по весу с размерами частиц не более 3 мм, т.к. вермикулит существенно повышает привлекательность корма для птиц благодаря своей яркой блестящей поверхности, а также он для данных целей абсолютно безвредный. Таким образом, благодаря вермикулиту происходит успешное раннее привыкание птицы к определенной пище, что, в свою очередь, способствует ускорению роста цыплят и снижению их смертности [75].

Опыт, проведенный Riccardo Consigliere и др. (2016), на свиньях, полученных от скрещивания свиноматок кросса Большой Белый-Ландрас и хряков чистой породы Дюрок, целью которого было вычисление влияния кормовой добавки природного алюмосиликата вермикулита на концентрации соединений азота в навозе и атмосфере и на показатели эффективности производства свинины, показал, что включение вермикулита в малых дозах поспособствовало росту активности нитрификации, увеличению среднего темпа роста свиней, в то время как конверсия корма оставалась схожей с контрольными значениями. Полученные результаты говорили о положительном коммерческом значении, т.к. добавление вермикулита в рацион позволяет снизить затраты на выращивание свиней при сохранении качества получаемой туши.

Богатые микро- и макроэлементами природные минералы помогают улучшить процесс пищеварения и усвояемость питательных веществ, вследствие чего растет естественная способность организма сопротивляться различным негативным факторам, а также увеличивается продуктивность животных. Согласно данным Лумбунова С.Г. и др (2002) в организме животного происходит процесс нормализации минерального баланса таким образом, что организм недостающие ему химические вещества из минералов забирает, а избыточные за счет механизма ионного обмена отдает.

Установлено, что минеральные вещества в мясе связаны в форме схожей с формой, находящейся в организме человека, и в связи с этим усваиваются как нельзя лучше. Например, железо, находящееся в мясе, усваивается на 30%, а железо, получаемое организмом из других продуктов, - только на 10-20%. Ученые предполагают, что это связано не столько с большим содержанием железа в

белках мяса, сколько со сбалансированным содержанием питательных веществ в нем [78].

2.2 Нанотехнологии в пищевой промышленности

Под термином «нанотехнологии» согласно ГОСТ Р 54622-2011/ISO/TS 27687:2008 понимают «совокупность методов и приемов, обеспечивающих возможность контролируемым образом создавать и модифицировать объекты, включающие компоненты с размерами менее 100 нм хотя бы в одном измерении, и в результате этого получившие принципиально новые качества, позволяющие осуществить их интеграцию в полноценно функционирующие системы большого масштаба» [56].

На сегодняшний день нанотехнологии стали одними из самых перспективных технологий, способных революционизировать традиционную науку о пищевых технологиях, сельском хозяйстве и животноводстве [96, 160, 221, 237, 240, 252].

На протяжении двух последних десятилетий манящий потенциал нанотехнологий и увеличение средств и методов, облегчающих проведение исследований в наноразмерном диапазоне, ведут к постоянному росту процента деятельности в данной научной области. И в пищевой отрасли научные деятели всё больше начинают применять инструменты нанотехнологий в своих исследованиях [103, 214, 253, 263].

Фокус нанотехнологий направлен на изучение характеристик, изготовление, манипуляцию биологическими и небиологическими структурами с размерами не превышающих 100 нм. Структуры такого масштаба обладают уникальными и новыми функциональными свойствами [84, 85, 263].

В настоящее время нанотехнологии в пищевой промышленности нашли конкретное применение, например, в следующем: повышение продовольственной безопасности [15, 126, 138], продление сроков хранения [35, 192, 211], улучшение различных органолептических свойств (вкуса, цвета, запаха, текстуры и др.) пищевых продуктов [235, 257], обнаружение патогенной микрофлоры и определение порчи пищевых продуктов [251, 253], использование новых средств для транспортировки питательных веществ [212, 253], инструмент для выяснения метаболизма питательных веществ [120].

Благодаря нанотехнологиям Sanguansri и Augustin (2006) разработали эмульсии с заданным вкусом и определенным набором питательных веществ, обеспечивающим более эффективную фильтрацию токсинов, антибактериальные добавки и пищевые добавки для лечения аллергии [206, 245].

В настоящее время в пищевой промышленности второй по величине областью приложения нанотехнологий, уступая первенство лишь нанотехнологиям, посвященным разработке упаковочных наноматериалов для пищевых продуктов, является нанокапсуляция пищевых ингредиентов и добавок. Система наноразмерных переносчиков может решать задачи по маскировке неприятных вкусов и ароматов, ингредиентов и добавок, по защите инкапсулированных ингредиентов от разрушения во время переработки и хранения, по улучшению дисперсии нерастворимых в воде пищевых компонентов. Например, в Австралии в белый хлеб известного бренда добавили нанокапсулы с рыбьим жиром тунца, насыщенным омега-3 жирными кислотами, тем самым одновременно повысив пищевую ценность хлеба и замаскировав рыбный вкус и запах в нем. Однако в основном все усилия научное сообщество направило на исследования нанокапсуляции в сфере целенаправленной доставки активных ингредиентов функционального питания и нутрицевтиков. Таким образом, нанокапсуляция явилось новым технологическим продолжением микрокапсулирования, используемого в отрасли на протяжении многих лет [80, 120, 189, 238, 240].

Одними из важных составляющих пищевой системы являются ароматизаторы, доставляющие чувственное восприятие вкуса и запаха, что

улучшает впечатление от еды. Методы наноинкапсуляции были широко использованы для высвобождения ароматизатора и удерживания аромата [235]. Установлено, что наночастицы оксида кремния SiO_2 могут выступать в качестве носителей ароматов и вкусов пищевых и непищевых продуктов [208].

Турецкие ученые результатами своих исследований подтвердили гипотезу, что применение инкапсулированных фосфатов способствует более эффективному ингибированию окисления липидов в мясопродуктах, в связи с тем, что фосфаты становятся защищенными от воздействия фосфатаз до момента термической инактивации. На основании показателей окислительной порчи, которые определяли в образцах мясопродуктов, приготовленных из говядины и мяса цыплят с использованием инкапсулированных фосфатов и без них, установили факт увеличения окислительной стабильности термообработанных образцов до конца срока их хранения, что было достигнуто благодаря инкапсулированию [35].

В настоящее время Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США одобрило использование наноразмерного оксида титана TiO_2 в качестве пищевого красителя с условием, что добавка не должна превышать 1% от массы пищевого продукта. Пищевой краситель, изготовленный из наномасштабного оксида титана TiO_2 , может также содержать SiO_2 и/или Al_2O_3 в наноразмерном виде, служащие дисперсным вспомогательным средством, но в количестве не превышающим 2% от общего количества самой добавки [257, 269].

Приложение нанотехнологий в создании упаковочных материалов для пищевых продуктов доказало свою эффективность в пищевом производстве [263]. Стало возможным производить наночастицы, обладающие новыми физическими свойствами, для использования в пищевой промышленности

Разработаны различные съедобные тонкие пленки из съедобных наноламинатов для мяса, фруктов, овощей, шоколада, конфет, выпечки, предотвращающие попадание влаги, газов, липидов, привкусов и запахов [22, 187, 212, 233].

Dr. Josef Kokini и др. (2010) разработали наноматериал для упаковки пищевых продуктов на основе белковых нанотрубок с использованием

нанокантилеверов, которые светятся разными цветами и с различной степенью интенсивности при контакте с пищевыми патогенами в зависимости от их вида и количества. Кроме того, считается, что интеллектуальная упаковка с наносенсорами способна реагировать на окружающую среду и взаимодействовать с продуктом, тем самым обнаруживая порчу пищевого продукта [22, 198, 253].

Beverlyaa R.L. и соавт. (2008) создали съедобную пленку с наноразмерным хитозаном, который обладает антимикробной активностью и используется в медико-биологической, пищевой и химической промышленности. Изготовление съедобной пленки осуществляется путем растворения хитозана в молочной кислоте, либо в уксусной кислоте. Авторы отмечают, что раствор уксусной кислоты с хитозаном более эффективен в уничтожении листерий, чем раствор молочной кислоты с хитозаном, и считают, что для безопасного использования пищевой упаковки исследования по нанотоксикологии достаточно перспективны.

Одной из причин снижения качества продуктов питания и сокращения их сроков годности является избыток кислорода. Для предотвращения соприкосновения кислорода окружающей среды с продуктом в пищевой промышленности используют упаковки. В этой связи актуальным способом обнаружения содержания кислорода в свободном пространстве упаковки, не нарушая ее целостности, являются наносенсоры. Например, для мясной промышленности был предложен метод выявления присутствия кислорода в пакете с сырым беконом, упакованным в среде углекислого газа, по изменению цвета наносенсора, помещенного в пакет [35, 136, 191].

Для упаковки пищевых продуктов использование бионаноконкомпозитов имеет потенциал не только защитить пищу и увеличить ее срок годности, но и может считаться более экологически чистым. Поскольку бионаноконкомпозиты могут снизить требования использовать пластмассы в качестве упаковочных материалов, тем самым способствовать уменьшению загрязнению окружающей среды и сокращению потребления полезных ископаемых, необходимых для их производства. Кроме того, нанотехнологии могут снизить загрязнение окружающей среды через изготовление биоразлагаемой упаковки. Однако биоразлагаемые материалы имеют плохие барьерные и механические свойства. И

эти свойства должны быть значительно улучшены прежде, чем они смогут заменить традиционные пластмассы. Внедрение наноструктур в биоразлагаемый материал может улучшить механические свойства, что позволит использовать его в качестве упаковки [3, 193, 251].

Широким спектром противомикробной активности обладают частицы серебра. Которые активны в отношении грамотрицательных и грамположительных бактерий, грибов, простейших и вирусов. Плюс ко всему серебру свойственны высокотемпературная стабильность и низкая летучесть, что бесспорно является важным достоинством при переработке. На основе наночастиц серебра Kumar и Munstedt (2005) создали антимикробные нанокompозитные упаковочные материалы, которые предотвращают рост патогенной микрофлоры в пищевых продуктах и в мясе.

Установлено, что наноразмерные частицы серебра, обладая большей площадью поверхности в единице объема, эффективнее взаимодействуют с микробными клетками, чем их микроаналоги [232, 258]. Damm и др. (2008) показали это, сравнивая воздействия микрокомпозита полиамида серебра, содержащего частицы серебра в количестве 1,9% от массы, и нанокompозита полиамида серебра, содержащего наночастицы серебра в количестве 0,6% от массы, на кишечную палочку. Оба образца инкубировали с разведенной суспензией кишечной палочки и встряхивали в течение 24 часов при комнатной температуре. В результате нанокompозит полиамида серебра, несмотря на то, что содержал более низкую концентрацию серебра в своем составе, полностью уничтожил кишечные палочки, а микрокомпозит полиамида серебра, содержащий серебро в большей концентрации, убил только 80% бактерий.

Наносеребряный цеолит с керамическим покрытием, произведенный путем комплексообразования щелочноземельных металлов с кристаллами алюмосиликата, которые частично заменены ионами серебра, нашел свое применение в качестве антимикробного агента во многих продуктах питания в качестве консерванта. Например, получен патент №2245151 сотрудниками Сибирского университета потребительской кооперации совместно с Институтом химии твердого тела на разработанное ими антисептическое средство,

добавляемое в хлебобулочные изделия, представляющее собой биокompозит наночастиц серебра на поверхности минерального сорбента цеолита [134, 193].

В Казани согласно сообщению пресс-релиза «Роснано» компанией «Данафлекс-нано» запущен завод по выпуску гибкой упаковки с использованием нанотехнологий. Данный упаковочный наноматериал может служить заменой консервной банке. В случае необходимости продукцию можно подвергать термической обработке и разогревать в СВЧ-печах, не распаковывая. Отмечается, что данная наноупаковка абсолютно экологична и ее можно подвергать вторичной переработке [9, 63].

Пищевая нанотехнология может влиять на биологическую доступность и питательную ценность продуктов питания [253]. Получены многообещающие результаты в области доставки питательных веществ через биоактивные нанокапсуляции [212, 250].

Еще одной областью применения нанотехнологий в пищевой индустрии является нанофильтрация, занимающая место между ультрафильтрацией и обратным осмосом. При производстве различных молочных продуктов благодаря нанофильтрам можно извлекать антибиотики, витамины, белки и др. Наномембранные технологии позволяют разделять молочные белки на фракции при переработке подсырной сыворотки в высококачественный заменитель молочного жира. Из литературы видно, что молочная сыворотка в пищевой промышленности, обладающая достаточно сложным дисперсным составом, вызывает у исследователей особый интерес для применения нанофильтрационных мембран в связи с тем, что размеры ее дисперсных компонентов сами располагаются в нанобласти. Также отмечается, что она идеально подходит на роль сырья для нанотехнологических операций. К другим применениям явления нанофильтрации в индустрии питания относят получение сахара в концентрированной форме, выделение этанола для получения безалкогольного пива [120, 170, 179, 240].

Применение продуктов реакции Майяра (сахароаминная реакция или неферментативное потемнение) дает возможность разрабатывать новые продукты лечебно-профилактического питания, антибактериальные упаковочные

материалы для длительного хранения пищевых продуктов. Те же самые меланоидины, которые можно рассматривать как наночастицы при получении их искусственным путем, используются в пищевой промышленности в качестве естественных консервантов мясных продуктов. Установлено, что одним из способов получения наноструктур с определенным набором биологических свойств привычных для организма человека является реакция Майяра. Данная реакция имеет общие закономерности протекания как в любом живом организме, так и в производственных условиях. Отходы производства, содержащие в своем составе белки и углеводы, могут быть использованы в качестве субстрата для реакции Майяра. Благодаря этому возможно увеличить и прибыльность производства. Отмечается, что сахароаминная реакция, являющаяся потенциальным источником получения наночастиц с биологической активностью, может поспособствовать решению проблемы возможной токсичности и химической безопасности наноструктур. Согласно доктрине инновационных технологий процессы, основанные на реакции Майяра, должны занять важное место [16].

Не так давно появились совершенно новые пищевые ингредиенты, изготовленные на основе технологии мицеллирования на наноуровне. Пищевые мицеллы, представляющие собой наночастицы, состоят из ядра и оболочки. Ядро содержит биологически активные вещества, которые благодаря своей мицеллированной форме обладают новыми физико-химическими свойствами и значительно большей активностью, чем в обыкновенной форме (кристаллы, порошок, раствор и др.). Оболочка создана из поверхностно-активных веществ (солюбилизаторов). Таким образом, становится возможным снизить себестоимость продукта, улучшив экономические показатели, за счет использования малой концентрации активного вещества в мицеллированной форме, обладающего повышенной активностью, а также технологические показатели, т.к. вещество в мицеллированной форме способно к эффективному распределению в любом продукте, в том числе в эмульсии. На основе новейших технологий по созданию наноэмульсий можно производить соки, молоко,

ароматизированные напитки, обогащая их контролируемыми функциональными веществами, витаминами и минералами [90, 120].

В мясной промышленности при производстве колбас и других мясопродуктов практически незаменимой и по сей день пищевой добавкой остается нитрит натрия, выполняющий роль фиксатора окраски. Ее дозировка жестко регламентируется в мире, и особенно в России. На мясокомбинатах нитрит натрия (E250) должен храниться отдельно от всего остального и строго «под замком». Для увеличения количества прореагировавшего нитрита натрия, снижения его остаточного количества в готовой продукции и предохранения нитрозопигментов от окисления используется аскорбиновая кислота (E300). Благодаря нанотехнологиям появился новый способ решения актуальной для мясной отрасли задачи по снижению количества применяемого нитрита натрия, а именно: использование вместо традиционной формы аскорбиновой кислоты ее мицеллированной (нанотехнологичной) формы, наиболее эффективно влияющей на цветообразование мясной системы с участием нитрита натрия [115, 161].

Наноструктурирование пищевых ингредиентов и добавок является одним из основных направлений приложения нанотехнологий в пищевой промышленности. Механизмы, обычно используемые для производства наноструктурированных пищевых продуктов, включают наноэмульсии, эмульсионные бислои и обратные мицеллы. Такими наноструктурированными пищевыми продуктами, например, можно назвать спреды: мороженое, йогурт, майонез и др. Категория «нанопища» разрабатывается с такими притязаниями, чтобы улучшить вкус, текстуру, консистенцию продукта, расширить ее биодоступность, позволить смешивать несовместимые компоненты в пищевой матрице. Оно также может быть использовано для производства пищевых продуктов с низким содержанием жира, но которые являются «жирными» как привычный жирный эквивалент, следовательно, предлагается вариант более здоровой пищи для потребителя без изменения привычных ему органолептических свойств продукта. На сегодняшний день отсутствует информация о том, чтобы наноструктурированные пищевые ингредиенты были бы доступны на рынке [136, 238, 264].

Уже создан целый ряд продуктов питания, содержащий наноразмерные добавки. Например, напитки в виде питательных смесей, содержат наноразмерное железо, или сухие завтраки, содержащие наноразмерный оксид цинка, или масло, содержащее мицеллы, которые транспортируют витамины, минералы. Однако, все это, несмотря на отсутствие регулирования со стороны государства и недостатка знаний о рисках [204, 239, 251, 253, 259].

Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США требует, чтобы производители демонстрировали, что продукты питания и пищевые ингредиенты не представляют опасности для здоровья человека, однако конкретные положения о наночастицах все еще отсутствуют. Этические принципы и отношение мирового сообщества требуют также и маркировки пищевых продуктов, которые были получены с применением нанотехнологий. Отметим, что в России в постановлении Главного государственного санитарного врача РФ от 23 июля 2007 г №54 «О надзоре за продукцией, полученной с использованием нанотехнологий и содержащей наноматериалы» юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям, занимающимся производством и импортом продукции, полученной с применением нанотехнологий, только лишь рекомендовано соблюдать вышеописанные два принципа в связи с отсутствием стандартов, на которые можно было бы опираться. Однако в связи с «принципом предосторожности» общества на рынке России, Европы и США далеко не все спешат декларировать о применении нанотехнологий, чего не скажешь, например, в странах Юго-Восточной Азии, где префикс «нано» сам по себе делает товар более привлекательным [3, 126, 137, 138, 196, 223, 243, 269].

Исследования, проведенные Cook A.J. и Fairweather J.R. (2007), о намерениях новозеландцев купить обезжиренные баранину или говядину, выращенных с использованием нанотехнологий, показали, что большинство новозеландцев все-таки предпочло бы купить баранину или говядину с меньшим количеством холестерина, полученными с применением нанотехнологий, чем мясо, полученное от аналогичных животных, но с более высоким содержанием холестерина, вызывающего сердечно-сосудистые заболевания с фатальным

исходом. Нужно отметить, что выборка была нерепрезентативной населению Новой Зеландии с точки зрения возраста, дохода и образования.

На сегодняшний день актуальны как никогда исследования наночастиц по токсикологии, как на индивидуальной основе, так и для общей применимости. К сожалению, нынешнее состояние знаний не позволяет достоверно предсказывать токсикологические характеристики любых полученных наноматериалов на основании данных о других наноматериалах. Все еще отсутствуют данные о генотоксичности, или о возможных канцерогенезе и тератогенности в связи с применением нановеществ. Нанотехнологии имеют потенциал для продвижения науки о питании, могут помочь в открытии, развитии и поставки различных стратегий улучшения здоровья и уменьшения риска, и осложнения ряда заболеваний. Нанотехнологии имеют потенциал трансформировать всю пищевую промышленность путем изменения способов производства пищевых продуктов, их обработки, упаковки, транспортировки и потребления [238, 253].

Наряду с большими потенциальными выгодами, которые обещают пищевые нанотехнологии, в литературе также описываются и проблемы применения нанотехнологий в пищевой промышленности, в основном связанные с закономерным появлением новых физико-химических свойств веществ, что явилось следствием изменения строения самих веществ. Например, в связи с маленькими размерами наночастиц значительно увеличивается вероятность проникновения их в клетки человека и цитотоксичность. Также ввиду увеличенного в единице объема количества площади поверхности наноматериалов возможно токсическое действие на организм, которое не так заметно при использовании их макроаналогов [186, 190, 226, 234]. Стоит особенно отметить, что биологические свойства, в том числе и токсикологические эффекты, наноматериалов зависят от их физико-химических свойств [15, 220, 222, 231].

В самое ближайшее время в России меньше всего ожидается широкое использование наночастиц в качестве пищевых добавок для пищевых продуктов из-за возможных проблем безопасности. Ряд ученых сообщает о существовании риска освобождения взвешенных наночастиц в воздух, которые могут негативно повлиять на функцию легких. Также возможно случайное потребление

наночастиц в пищу ввиду утечки их из упаковочных материалов пищевых продуктов [251, 259]. Хотя необходимы дополнительные исследования о последствиях влияния на здоровье наночастиц, до сих пор остается непонятен весь комплекс проблем, т.к. измерение воздействия наноматериалов не развито.

Таким образом, вызов в пользу нанотехнологий активизирует передовую науку их разрабатывать, но существование возможных рисков требует использовать их с умом [35, 126, 239, 253].

2.3 Нанотехнологии для повышения продуктивности сельскохозяйственных животных

В последние годы нанотехнологии все больше и больше применяются в области животноводства. Благодаря нанотехнологиям создаются функциональные и интерактивные корма, отвечающие требованиям организма и способные доставлять питательные вещества более эффективно. Нанотехнологии постоянно развиваются, их приложение становится все более разнообразным и конкретным, обладает высоким потенциалом в части повышения продуктивности животных и не только. Но по-прежнему познания нанотехнологий в данной области остаются весьма ограниченными [7, 112, 141, 203, 244].

В работе Назаровой А.А. (2009) исследовано влияние нанокристаллических железа, кобальта и меди на физиологическое состояние кроликов и молодняка крупного рогатого скота черно-пестрой породы и определены оптимальные дозы нанокристаллических металлов при введении их в рацион животных: для нанопорошка железа 0,08 мг/кг живого веса в сутки, кобальта – 0,02 мг/кг, меди – 0,04 мг/кг». В ходе исследований отмечалась высокая сохранность животных. Наблюдали различия в переваримости сырого жира у молодняка КРС, дополнительно получавших к основному рациону добавку в виде наноразмерной

меди. Был зафиксирован прирост живой массы при использовании ультрадисперсного порошка железа на 22,4%, кобальта и меди – на 13,7% и на 10,7% соответственно выше контрольных значений. Другие авторы сообщают, что увеличение прироста живой массы было на 11,7%, кобальта - на 7,8%, меди – на 6,3%. Наблюдался рост синтеза незаменимых аминокислот в белках мяса, а также увеличение отношения незаменимых аминокислот к заменимым, что в свою очередь повысило пищевую ценность мяса от опытных животных, получавших наноразмерную добавку [79, 87, 114, 122, 174, 197, 213].

Наблюдалось увеличение содержания минеральных веществ в сыворотке крови, в мышцах, в печени, а также улучшение гематологических показателей: эритроцитов, гемоглобина, лейкоцитов, лимфоцитов, общего содержания белка. Было отмечено снижение содержания в крови мочевины и креатинина на 12%, что свидетельствовало о повышении усвоения азотосодержащих соединений и об интенсификации белкового обмена в организме животных [2, 87, 184].

В ходе исследований разными учеными воздействия наноразмерных минеральных кормовых добавок на различных животных отмечалось увеличение синтеза заменимых и незаменимых аминокислот, рост интенсивности белкового, углеводного и минерального обменов, ускорение созревания форменных элементов крови, что, несомненно, говорит об улучшении процессов кроветворения, повышении иммунобиологической реактивности. А также, в свою очередь, благодаря всему выше перечисленному повышается и пищевая ценность мяса [2, 82, 122, 159, 175, 184].

Сайтханов Э.О. (2011) установил, что введение нанопорошка железа в оптимальной дозе 0,08 мг на 1 кг живой массы ежедневно в рацион свиноматок в период последней трети супоросности и дополнительно в состав подкормки пороссятам-молочникам, начиная с 5-ти дней от роду, ведет к повышению коэффициента переваримости сухого вещества на 8,9%, снижению общих потерь азота организмом на 6,6%, росту бактерицидной активности сыворотки крови на 6,4%, увеличению выхода деловых пороссят на 1,9%, возрастанию валового прироста на 5,7%, а также влечет за собой дополнительную прибыль.

В нашей стране потребность легкой промышленности в тяжелом высококачественном кожевенном сырье непрерывно растет. Одним из способов удовлетворения данной потребности является выращивание животных с большей живой массой и мясной продуктивностью ввиду того, что от данного показателя напрямую зависит количество и качество получаемых шкур [158].

Тезиев Т.К. и др (2012) во время исследований мясной продуктивности быков на откорме наблюдали улучшение качества и увеличение количества шкур, полученных от быков опытной группы, которые в отличие от контрольных быков дополнительно к основному рациону получали нанопорошок железа в количестве 0,08 мг/кг живой массы. Было установлено, что площадь шкур, полученных от животных опытной группы, превосходила среднее контрольное значение на 1,15%, по толщине шкуры в области огузка – на 0,8 мм, в области воротка – на 0,4 мм, рядом с последним ребром – на 0,5 мм. Также отмечалось, что шкура, полученная от быков опытной группы, весила 28,4 кг, превосходя контрольную на 1,9 кг ($P>0,99$) [43, 158].

Установлено, что при парентеральном способе введения наноразмерного кобальта кроликам скорость гемопозза выше, чем при пероральном [64, 174].

Доказано исследованиями, что использование нанокристаллических металлов: железа, кобальта и меди - в роли биостимуляторов обменных процессов способствует повышению продуктивности сельскохозяйственных животных, а также улучшению общего физиологического состояния последних [8, 11, 14, 82, 83, 114, 132, 145, 159].

Одним из наиболее критичных факторов в животноводстве и птицеводстве является отсутствие болезней. Поэтому для разведения скота и птицы требуются чистые места содержания, воздух и вода. Также необходимо использовать препараты, стимулирующие иммунную систему [32, 248].

В литературе отмечается важность использования селена в животноводстве и птицеводстве. Добавление селена в корм повышает иммунитет и антиоксидантные способности организма, а также способствует росту животных и птицы. Поскольку наноразмерные микроэлементы можно использовать прямым введением, то их эффективность значительно выше, чем у обычных

неорганических микроэлементов. Исследования показали, что коэффициент усваиваемости при использовании обычных неорганических микроэлементов около 30%, тогда как у наномасштабных микроэлементов он приближается к 100% [121, 224, 228, 265].

Было доказано, что селен в наноразмерном виде оказывает позитивное воздействие на здоровье цыплят, свиней и рыб. Он способствует большей усвояемости корма, улучшению показателей роста животного и набору веса, а также повышению антиоксидантной способности животного и иммунной функции организма [121, 166, 195, 197, 201].

В настоящее время источником селена для животных, наиболее широко применяемым в качестве добавки, является селенит натрия, но его токсичность высока и биологический коэффициент использования низок. Кроме того, он имеет прооксидантный эффект, в связи с чем негативно воздействует на здоровье животных и окружающую среду [199, 249, 272].

Установлено, что токсичность наномасштабного селена ниже, чем у селенметионина, токсичность которого в настоящее время является самой низкой из всех селеновых добавок [121, 200, 228].

Использование наноструктурного селена безопаснее, чем селенметионина и селената натрия, потому что диапазон оптимальной дозы употребления шире и риск передозировки ниже (не перекормишь) [197, 201].

Исследования показали, что при добавлении к основному рациону свиней и цыплят-бройлеров Se в виде селенита натрия (Na_2SeO_3) для одной группы, селенметионина для второй группы и наноразмерного селена для третьей группы в дозах 0,1; 0,2; 0,3 и 0,4 мг/кг живой массы, то независимо от источника селена не было никаких существенно различимых эффектов на рост, производительность животных, на активность глутатионпероксидазы и на общую антиоксидантную способность сывороток и тканей животных ($P > 0,05$). Тем не менее, когда количество добавляемого селена составило 0,5 мг/кг, рабочие характеристики роста животных из группы, получавших наноразмерный Se, были значительно выше, чем у животных из групп, получавших к основному рациону селенметионин и селенит натрия ($P < 0,05$). А эффекты на активность

глутатионпероксидазы и на общую антиоксидантную способность были значительно снижены у групп, получавших селенометионин и селенита натрия, по сравнению с группой животных, получавших нано Se. Кроме того, в данных группах уровни активных форм кислорода и содержания малонового диальдегида были значительно увеличены ($P < 0,05$), в то время как не было никаких существенных изменений в группе, получавшей дополнительно к рациону наноразмерный Se [195, 201, 228, 265].

Добавкой четвертого поколения является и наноструктурный оксид цинка, который может значительно повысить производительность животноводства, снизить частоту диарей у поросят, улучшить микрофлору кишечника и барьерную функцию подсосных поросят [241, 254, 270].

Однако следует строго соблюдать дозировку применения наноструктурного ZnO, т.к. ее превышение может отрицательно сказаться на здоровье свиней и окружающей среде. Установлено, что наноструктурный ZnO способствует увеличению поглощающей способности кишечника и желудка у животных и птиц, что значительно снижает соотношение корма к мясу и корма к яйцам, тем самым снижая себестоимость продукции, повышая продуктивность животных [227, 228, 242, 271].

Благодаря нанотехнологиям можно уменьшить запах навоза скота и птицы, что в свою очередь способствует улучшению состояния окружающей среды.

Исследование влияния витамина D₃ и наноразмерного витамина D₃ на курах-несушках показало, что группа кур, получавших к основному рациону витамин D₃ в наноразмерном виде, чаще несли яйца и увеличивали в весе, чем группа кур, с основным рационом которые дополнительно получали витамин D₃ в нативном виде. Также качество скорлупы и качество большеберцовой кости кур-несушек из опытных групп были выше контрольных [268].

Известно, что организм животных и птиц сам по себе не способен восполнить нехватку кремния, так как встречающиеся в природе неорганические соединения данного элемента являются биологически неактивными и не могут участвовать в биохимических процессах клетки. Кремний, как известно, играет активную роль в усвоении организмом макро- и микроэлементов. Однако, чтобы

кремний сам усваивался организмом животных и птиц, он должен быть биодоступным и способным активно растворяться в воде [131, 202].

Использование наночастиц кремния в качестве пищевой добавки способствует профилактике остеопороза, т.к. образующаяся в кишечнике ортокремневая кислота является биодоступной формой кремния, которая играет целебную роль [202]. Наноструктурный препарат на основе кремнийсодержащего минерала способствует снижению экотоксикантов в молоке и в продуктах его переработки [92].

Обогащение хитозана наночастицами меди в количестве 100 мг / кг ($P < 0,05$) оказывает благотворное воздействие на иммунную и антиоксидантную функцию отлученных поросят, а также может повышать производительность роста и снижение диареи. Хитозан, загруженный наночастицами меди, имеет потенциал заменить антибиотики [236, 266].

В настоящее время в Китае широко используется сельскохозяйственный высокотехнологичный продукт нанотехнологий под названием Нано-863. Он изготавливается путем добавления наноматериалов, обладающими сильными светопоглощающими свойствами, и керамического материала в качестве носителя, обладающего высокой температурой спекания [197].

Препаратом Нано-863 обрабатывались корм и вода, которые затем давались израильским рецессивным белым петухам. В результате чего наблюдался ежедневный прирост массы тела у экспериментальной группы в среднем выше чем у контрольной на 27,9%. Увеличилась выживаемость на 2%. Соотношение корма к привесу уменьшилось на 18,8%. Петухи в опытной группе имели большой аппетит, выглядели более оживленными. Перья птиц экспериментальной группы были более блестящими и гладкими, чем у контрольных птиц [197].

Изучение влияния добавления 1%-ной наноразмерной суспензии серебра в питьевую воду 16-ти кроликам в течение 10 месяцев, находящимся в отдельных клетках, показало отсутствие воздействия на живой вес до и после родов, и в срок для повторного спаривания. Однако использование данной добавки снизило частоту диареи, увеличила выживаемость кроликов до отъема. Также было

установлено улучшение конверсии корма во время лактации, измеряемая отношением потребленного корма к приросту единицы массы [216, 217, 219].

Исследования Мотиной Т.Ю. (2014) сорбционных свойств бентопорошка и наноструктурного бентонита в органах и мышечной ткани белых мышей показали, что значительно большей эффективностью по сорбированию тяжелых металлов обладает наноразмерный бентонит, применяемый даже в наименьшей дозе – 0,6% к сухому веществу рациона, нежели бентопорошок в дозе 3,0%, а именно: по сорбции кадмия – 44,9-88,9% против 28,6-45,4% , по сорбции свинца – 43,3-95,3% против 14,4-63,3%, по сорбции никеля – 43,4-78,1% против 42,8-57,1%.

Установлено, что наиболее оптимальным способом введения наноразмерных агроминералов в организм животного является пероральный [28, 106]. В работе Герасимова А.П. (2016) изучено влияние кормовой добавки наноструктурный фосфорит в дозах 0,2-1,0% к сухому веществу рациона на продуктивность пекинской утки. Установлено, что добавка не оказывает негативного влияния на общее состояние здоровья птиц. Но способствует повышению значений таких экономически важных показателей как сохранность поголовья на 4,0-6,0%, живой массы на 7,8-34,6%, массы тушек на 10,1-38,7% в сравнении с контрольными значениями. Также был зафиксирован рост значений ряда гематологических параметров, которые оставались в пределах физиологических норм. Благодаря введению добавки в рацион уток повысились показатели пищевой и биологической ценностей мяса птиц, в связи с увеличением содержания белка на 6,6-10,2%, жира на 5,9-10,3%, минеральных веществ на 19,0-38,1% в нем.

Нужно отметить, что ввод наноструктурного фосфорита в оптимальных дозах в рацион уткам улучшает функционально-технологические свойства мяса. Что, в свою очередь, расширяет границы использования полученного мяса для производства целого спектра мясопродуктов [28].

Наиболее яркий представитель глинистых минералов, монтмориллонит, получивший свое название в честь города во Франции Монтмориллон, в котором впервые было найдено его месторождение, образующий широко известные в мире

сметитовые, бентонитовые, фуллеровые и многие другие породы, занимает первое место по общей площади поверхности и сорбционным свойствам, благодаря чему и обладает значительной биологической активностью, прославившей его во многих странах [26, 112].

Применение нанотехнологичной кормовой добавки на основе монтмориллонитовых глин Белгородской области, разработанной в Белгородском государственном университете, в кормлении сельскохозяйственным животным способствует выведению из организма животных тяжелых металлов, радионуклидов, пестицидов, токсинов в десятки раз эффективнее активированного угля и препарата лекарственного «Смекта» [116].

Проведенные исследования в различных хозяйствах Белгородской области на лактирующих коровах, на супоросных свиноматках, на полученных от них поросятах, на птицах показали положительный экономический эффект от применения нанодобавки в размере 4-11 рублей на 1 рубль затрат. Всё это за счет снижения затрат корма на 36-38%, сокращения продолжительности откорма на 1,5 месяца, благодаря повышению продуктивности животных, а именно: увеличение живой массы у птиц на 15-18% в сравнении с контролем, у поросят, родившихся от свиноматок, получавших добавку во время супоросности, - на 20-25%, при дальнейшем потреблении добавки свиноматками, живая масса подсосных поросят превосходила контрольные значения на 13-44%; наблюдалось повышение сохранности поросят на 8-11%, сохранности птиц – на 7-11%; уменьшение падежа, увеличение здоровых новорожденных поросят на 18% [117].

Отмечается не только количественное повышение продуктивности животных от применения данного наносорбента, но и качественное. Например, в молоке, полученном от коров, получавших добавку, наблюдалось повышение содержания лактозы на 5%, каротина – на 17%, витамина А - на 27% и снижение кислотности молока на 6-8%. Скорлупа яиц от птиц, дополнительно в рацион получавших нанодобавку, становилась прочнее в связи с повышением содержания кальция и фосфора в ней [117].

Исследования Ежковой А.М. и соавт. (2015) показали, что качество мяса цыплят-бройлеров, получавших дополнительно к рациону наноразмерный

бентонит, было выше контрольного, в частности, по пищевой и энергетической ценностям, а также по санитарно-гигиеническим показателям. Это было связано с улучшением химического состава мяса и повышением его калорийности, а также со снижением в нем количества солей тяжелых металлов: кадмия на 31,6-33,2% и свинца – на 36,4-46,4%.

Французская компания «OLMIX», продукция которой производится на 8 заводах, один из которых расположен и в России в городе Санкт-Петербург, запатентовала наноструктурный монтмориллонит под названием Amadéite®. И разработала на его основе микосорбент «МТох+», состоящий из Amadéite®, монтмориллонита, инфузорной земли, прослойки дрожжей (маннан-олигосахаридов) и экстрактов морских водорослей (полисахаридов). Данная разработка, изученная в Нидерландах на приборе TIM, имитирующем желудочно-кишечный тракт, была испытана на птицах, поедавших контаминированный микотоксинами комбикорм. В результате была установлена эффективность применения микосорбента, разработанного с использованием нанотехнологий, которая выражалась в высокой адсорбции токсинов, защиты слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта, а также в улучшении ветеринарно-зоотехнических показателей, а именно: увеличение абсолютного прироста на 11,22% по сравнению с контролем, увеличение интенсивности прироста на 1,82%, среднесуточный прирост массы тела превышал контрольный показатель на 11,21%, сохранность повысилась на 1,25-2,5%, сократился расход кормов на 0,97-6,3% [111, 165].

Установлено, что добавление кормовой добавки нанокompозитного хрома в рацион свиньям значительно снижает содержание в сыворотке крови глюкозы, азота мочевины, триглицеридов, холестерина и неэстерифицированных жирных кислот. Но в противовес этому содержание в сыворотке крови общего белка, липаз, липопротеинов высокой плотности и активности значительно увеличивается. Добавление в рацион нанокompозитного хрома также привело к увеличению в сыворотке крови инсулиноподобного фактора роста I и к ощутимому снижению уровня инсулина и кортизола. Кроме того, добавление нанокompозитного хрома в рацион свиньям приводит к возрастанию

иммуноглобулина М, иммуноглобулина G, содержащихся в плазме крови [197, 260, 261].

Благодаря нанотехнологиям стало возможным увеличить биодоступность минералов и витаминов [215]. Так, например, жирорастворимый витамин E в нанодисперсном состоянии, инкапсулированный в липосомы, в среде желудочно-кишечного тракта животных становится более стабильным. И его биодоступность оказывается значительно выше, чем у его природного аналога [247].

На сегодняшний день научно-производственные исследования по изучению наноразмерных материалов и эффективности их использования в деятельности человека, в частности, в животноводстве весьма актуальны. Сами нанотехнологии признаны главной движущей силой науки XXI века [112, 157].

Обобщая данные литературы по использованию наноразмерных и наноструктурных материалов в животноводстве и механизму их действия на организм животных, следует заключить, что большинство исследователей считает их весьма эффективными кормовыми добавками, положительно влияющими на статус здоровья животных, их рост, продуктивность и качество животноводческой продукции.

Противоречивые мнения некоторых ученых по отдельным вопросам свидетельствуют о том, что необходимо расширять и углублять исследования по влиянию кормовых добавок нового поколения на биологическую безопасность, ветеринарно-санитарные качества и пищевую ценность животноводческой продукции.

3 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа выполнена в отделе разработки био-, нанотехнологий в земледелии и животноводстве ФГБНУ «Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения» (ФГБНУ «Татарский НИИАХП») по программе Фундаментальные и прикладные научные исследования государственных академий наук на 2013-2020 годы по направлению исследований «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» № госрегистрации 0746-2014-0012 и на кафедре «Технологии мясных и молочных продуктов» ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» (ФГБОУ ВО «КНИТУ») в соответствии с планом научно-исследовательских работ кафедры.

При выполнении научно-исследовательской работы были исследованы вермикулит – 11 проб, наноструктурный вермикулит – 11 проб, использованы 148 нелинейных белых мышей, 6 кроликов породы «Серый великан», 125 быков черно-пестрой породы на откорме. Эксперименты на животных проводили в соответствии с Международными рекомендациями по проведению медико-биологических исследований с использованием животных [98].

Алгоритм проведенных исследований представлен на рисунке 1.

Для изготовления кормовой добавки наноструктурный вермикулит использовали вермикулит Красноярского края Российской Федерации. Химический состав вермикулита определяли методом количественного спектрального анализа на спектрометре ЭС-1 на базе дифракционного спектрографа ДФС-458С и фотоэлектронного регистрирующего устройства типа ФП-4.



Рисунок 1 – Направления исследований

Изготовление наноструктурного вермикулита осуществляли в научно-исследовательском инновационно-прикладном центре «Наноматериалов и нанотехнологий» при ФГБОУ ВО «КНИТУ», при консультативной помощи доктора технических наук, профессора Е.С. Нефедьева, за что ему признательны и благодарны. Наноструктурный вермикулит изготавливали методом ультразвукового диспергирования. Исходный образец термо-, механоактивированного вермикулита в количестве 200,0 г добавляли в 1000,0 мл деионизированной воды, которая являлась стабилизатором наночастиц. Полученную суспензию обрабатывали ультразвуком в приборе УЗУ-0,25 (ОАО УПП «Вектор», Россия) при частоте 18,5 кГц ($\pm 10\%$). Выходная мощность составляла 80 Вт, амплитуда колебаний ультразвукового волновода 5 мкм.

Исследование структуры вермикулита и наноструктурного вермикулита, изучение их физических свойств проводили в этом же центре на сканирующем зондовом микроскопе MultiMode V (фирма «Veeco», США), методом прерывисто-контактной атомно-силовой микроскопии. Методика съемок: нанесением капли препаратов в виде водной суспензии на подложку из слюды с последующим осаждением на нее, размер подложки – $1 \times 1 \text{ мкм}^2$, $2 \times 2 \text{ мкм}^2$, $3 \times 3 \text{ мкм}^2$, $10 \times 10 \text{ мкм}^2$.

Отдельные экспериментальные исследования по токсикологии проводили в ФГБУ «Татарская межрегиональная ветеринарная лаборатория», г. Казань.

Исследование потенциальных путей введения в организм животных и изучение возможных токсических свойств наноструктурного вермикулита осуществляли на белых мышах согласно Методическим указаниям Роспотребнадзора 1.2.2520-09 по оценке безопасности наноматериалов и «Руководству по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ» [108, 144]. Изучение токсических свойств наноструктурного вермикулита проводили на белых мышах, кроликах. При этом определяли острую оральную токсичность по ГОСТу 28178-89, кумулятивные свойства по Lim R.K. et al. (1961), кожно-раздражающее действие наноструктурного вермикулита изучали на кроликах по методу определения общей токсичности при накожном нанесении по ГОСТ 31674-2012 и МУ 1.2.2520-09 [41, 44, 108, 230].

Научно-производственные испытания наноструктурного вермикулита в рацион быков на откорме проводили в условиях ООО «Агрофирма АЮ» Арского района РТ. Использовали в кормлении откормочных быков черно-пестрой породы в виде кормовых добавок: вермикулит в оптимальной дозе 1,0% и разные дозы наноструктурного вермикулита 0,2-1,0% к сухому веществу рациона. Исследования проводили на 125 откормочных быках. По принципу аналогов с учетом живой массы, возраста и физиологического состояния было сформировано пять групп быков по 25 голов в каждой: первая группа животных являлась контрольной – I, она получала основной рацион (ОР) хозяйства, II группа была опытной и дополнительно к ОР получала вермикулит в количестве 1,0% к сухому веществу рациона; быки III, IV и V опытных групп к ОР получали наноструктурный вермикулит в количествах 1,0%, 0,6% и 0,2%, соответственно. Условия содержания быков всех групп были одинаковыми. Продолжительность опыта 90 суток. При проведении научно-производственного опыта учитывали продуктивность быков, живую массу, сохранность поголовья.

Исследовали морфологические и биохимические показатели крови быков. Содержание гемоглобина, подсчет количества эритроцитов и лейкоцитов проводили на гемоанализаторе Hema-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.

Технологический убой быков проводили после окончания опыта в возрасте 18-19 месяцев в убойном цехе хозяйства. Методом индивидуального взвешивания определяли послеубойную массу туш. Пробы мяса для санитарно-гигиенических исследований отбирали согласно ГОСТ Р 51447-99 (ИСО 3100-1-91) [50].

Послеубойный ветеринарно-санитарный осмотр туш проводили согласно «Правилам ветеринарного осмотра убойных животных и ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и мясных продуктов» [140]. Мясо, полученное от быков,

оценивали в соответствие с нормативными документами ГОСТ 7269-79, ГОСТ 55445-2013, СанПиН 2.3.2.1078-01 [48, 57, 147].

Исследования биологических проб на содержание кадмия и свинца выполняли согласно ГОСТ 30178-96 и нормативному документу на метод испытания - МУК 4.1.986-00 [42, 109].

В мясе 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) [36, 39, 45, 47, 117].

Значение концентрации водородных ионов (pH) 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 [18, 40, 51].

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 [46, 55].

Функционально-технологические свойства мяса исследовали с определением содержания влаги в мясе, влагосвязывающих и влагоудерживающих способностей, количества пигментов [23, 180].

Расчет экономической эффективности применения наноструктурного вермикулита быкам выполнили по И.Н. Никитину и В.А. Апалькину с учетом действующих цен [118].

Статистическую обработку данных провели на персональном компьютере по общепринятым методикам вариационной статистики с использованием программы Microsoft Excel 2007 и пакета прикладных программ Statistica for Windows. Библиографическое описание, использованных в диссертации литературных источников, осуществляли в соответствии с требованиями действующего ГОСТ Р 7.0.11-2011 [59].

4 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

4.1 Изготовление наноструктурного вермикулита, изучение его структуры, размера и форм частиц

Учитывая специфические полезные свойства агроминералов и накопленный опыт их применения, перспективным направлением является получение на основе этих минералов наноструктурных веществ и разработка технологий их применения в сельскохозяйственном производстве [129, 181].

Одним из уникальных природных агроминералов является вермикулит, который обладает высокими активными каталитическими, ионообменными и сорбционными свойствами в организме животных и кроме этого содержит в своем составе широкий спектр биогенных макро-, микро- и ультраэлементов.

Вермикулит – это природная порода группы гидрослюд, темно-зеленого цвета, обладающая золотистым блеском, с гладкой, твердой поверхностью, характеризуется пластинчатой структурой. При нагревании из пластинок образуются червеобразные столбики или нити золотистого или серебристого цвета с поперечным делением на тончайшие чешуйки. После чего вермикулит имеет разбухающую гармошкообразную структуру с наличием сквозных щелевидных пор [183].

Для разработки кормовой добавки на основе наноструктурного вермикулита использовали термо-, механоактивированный вермикулит Красноярского края Российской Федерации. Химический состав которого представлен, в %: SiO_2 – 42,6; TiO_2 – 1,2; Al_2O_3 – 11,3; Fe_2O_3 – 15,9; FeO – 0,3; MnO – 0,1; CaO – 1,6; MgO – 19,2; Na_2O – 0,3; K_2O – 4,5; P_2O_5 – 0,2; SO_3 – 0,03; п.п.п. – 2,9. Минеральный состав представлен, в %: опалкристобалит – 5,0-7,0; клиноптилолит – 20,0-30,0; кальцит – 8,0-10,0; монтмориллонит – 7,0-15,0; гидрослюда – 26,0-50,0; опалтридимид – 8,0-12,0.

Исходный порошкообразный термо-, механоактивированный вермикулит в количестве 20,0 г. помещали в 100,0 мл деионизированной воды. При этом количество вещества подбиралось исходя из условий наиболее равномерного распределения частиц порошка в жидкости. Полученную суспензию обрабатывали ультразвуком в УЗУ-0,25 при частоте $18,5 \pm 1,8$ кГц. Выходная мощность прибора 80 Вт, амплитуда колебаний ультразвукового волновода 5 мкм, время воздействия – 30 минут.

Наноструктурный вермикулит – взвесь равномерно распределенных наноструктурных частиц вермикулита в деионизированной воде, цвет водной суспензии – графитовый с люминесценцией. При хранении частицы нановермикулита осаждаются, при встряхивании вновь образуют взвесь. Полученный раствор малостойкий – период обратной агломерации частиц до микрометрового диапазона 30-32 дня.

При исследовании структуры вермикулита установлено, что он представлен крупными ассоциатами до 0,8 мкм с сетчатой структурой. Отдельные конгломераты имеют склонность к объединению, образуя при этом систему частиц гармошкообразной формы (рисунок 2).

При исследовании структуры наноструктурного вермикулита установлено, что он представлен отдельными частицами размером 50,0-160,0 нм (рисунок 3). Наночастицы имели округло-овальную форму и располагались разрозненно друг от друга. Наблюдали отдельные единичные частицы, которые были червеобразной вытянутой формы и имели размер до 200,0 нм. При анализе гистограммы установлено, что в наибольшее количество частиц наноструктурного вермикулита имели размер от 50,0 до 70,0 нм (рисунок 4).

Таким образом, при исследовании строения вермикулита методом атомно-силовой микроскопии установлено, что он был представлен сетчатой структурой, и содержал вытянутые многогранные частицы микрометрового диапазона, соединенные между собой в виде «забора» или «гармошки».

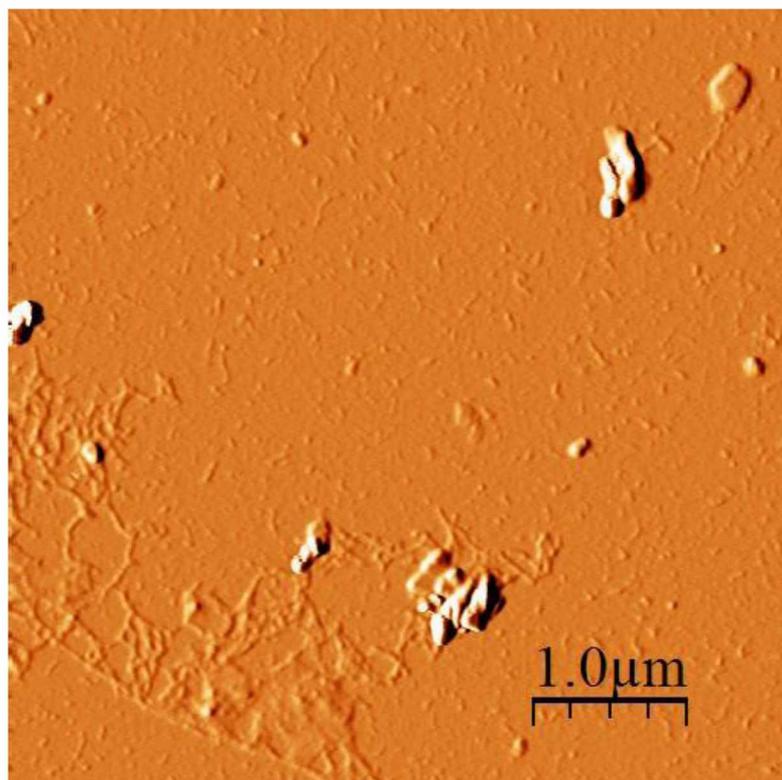


Рисунок 2 – АСМ-изображение топографической поверхности вермикулита, размер частиц 0,1-0,8 мкм

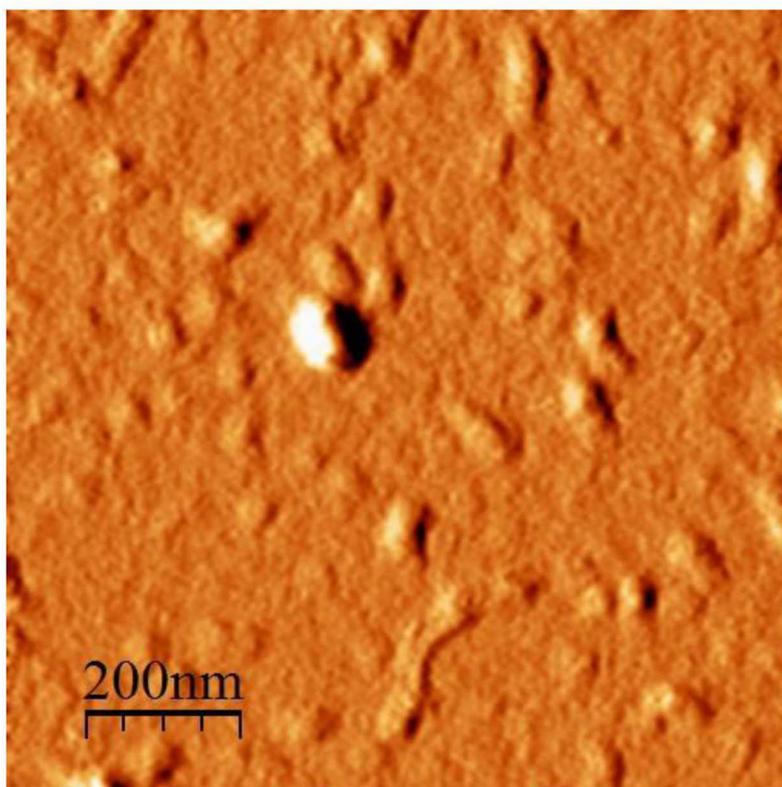


Рисунок 3 – АСМ-изображение топографической поверхности наноструктурного вермикулита, размер частиц 50,0-160,0 нм

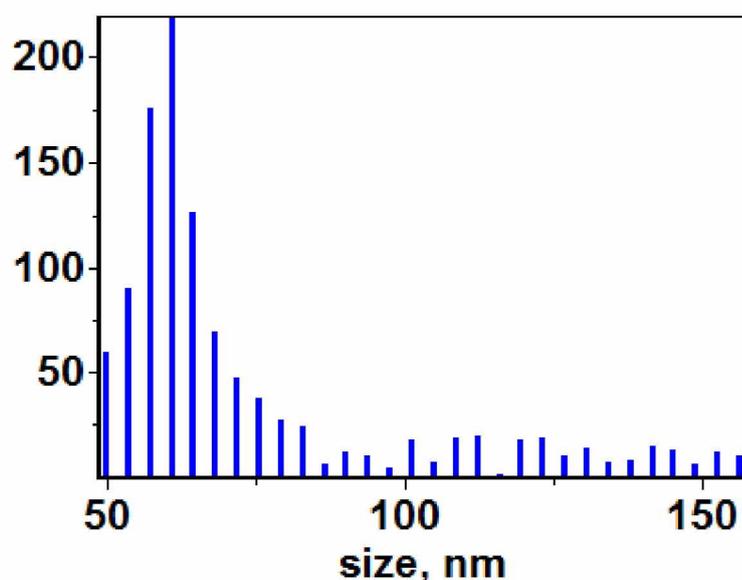


Рисунок 4 – АСМ-гистограмма распределение частиц наноструктурного вермикулита по размерам (нм)

Структура вермикулита после ультразвуковой обработки была представлена разрозненными частицами округло-овальной формы с размерами 50,0-160,0 нм, встречались единичные частицы червеобразной формы микрометрового диапазона – до 0,2 мкм. При сравнительном анализе АСМ-изображений установлено, что структура наноструктурного вермикулита существенно отличалась от такового вермикулита по размеру, форме и расположению частиц.

4.1.1 Определение безопасных способов введения наноразмерного вермикулита в организм животных

Изменение структуры вермикулита при ультразвуковом диспергировании позволяет предположить изменение его характерных свойств [28, 68, 106]. В связи с чем, были апробированы потенциальные способы введения наноструктурного

вермикулита в организм животных для определения безопасных путей его использования [6, 144].

Общеизвестным способом введения вермикулита является оральный – в виде кормовой добавки к рациону. Поэтому основным способом введения наноструктурного вермикулита в организм животных избрали оральный. В качестве сравнительных способов апробировали инъекции суспензии наноструктурного вермикулита внутримышечно, подкожно и внутривентриально. В опыте использовали половозрелых белых мышей живой массой $25,1 \pm 0,65$ г, водную суспензию наноструктурного вермикулита вводили в исходной концентрации 20,0%, различными способами (Таблица 1).

Таблица 1 – Определение потенциальных способов введения наноструктурного вермикулита в организм животных

Показатели	Масса тела, г	Способ введения наноструктурного вермикулита, см ³			
		внутри-желудочно	подкожно	внутри-мышечно	внутри-брюшинно
Мыши (n=10)	25,1±0,6	0,5	1,0	0,5	1,0
Количество препарата, г/гол.	–	0,1	0,2	0,1	0,2
Доза препарата, г/кг	–	4,0	8,0	4,0	8,0
Летальность животных, гол.	–	1	0	0	3

Препарат вводили однократно, реакцию учитывали в течение трех суток.

Внутрижелудочно суспензию наноструктурного вермикулита вводили белым мышам натошак при помощи атравматического зонда. У всех мышей в течение 2-2,5 часов после введения отмечали угнетенность, малоподвижность, отказ от корма и воды, реакция на внешние раздражители была слабой, мыши собирались в группу. У трех особей отмечали учащенное дыхание, цианотичность видимых слизистых оболочек, конечностей, хвоста и ушей. Из этих мышей регистрировали

гибель одной особи в период между 2,5-3 часа после введения препарата. При патологоанатомическом вскрытии отмечали единичные мелкоточечные кровоизлияния на слизистой нижней трети пищевода, желудка и тонкой кишки, видимых изменений других органов и тканей не наблюдали. К концу четвертого часа после введения наноструктурного вермикулита у всех мышей регистрировали диарею. Клинические проявления интоксикации исчезли в период 5-6 часов после введения препарата. Далее в течение учетного времени мыши не отличались от сверстников из вивария. При диагностическом вскрытии через трое суток после введения препарата видимых изменений органов и тканей не выявляли. При исследовании контактных с нанопрепаратом органов желудочно-кишечного тракта патологических изменений не отмечали.

Введение наноструктурного вермикулита подкожно и внутримышечно обусловили возникновение и развитие воспалительных процессов контактных тканей, что клинически проявилось угнетением поведенческих реакций, отказом от корма и воды. Окружающая ткань в местах инъекций препарата имела повышенную температуру, незначительный отек и покраснение. При диагностическом вскрытии мышей видимых изменений внутренних органов не отмечали, выявляли местную реакцию на введение препарата. В местах контакта препарата наблюдали конгломераты вермикулита и некротические изменения кожи и мышечной ткани. Гибель животных в учетное время не наблюдали.

При введении наноструктурного вермикулита внутрибрюшинно отмечали угнетение животных, малоподвижность, осторожное передвижение, полный отказ от корма и воды. В динамике учетного периода отмечали истощение и обезвоженность мышей. К концу третьих суток, после введения препарата регистрировали гибель 3 особей. При патологоанатомическом и диагностическом вскрытии наблюдали перитонит и некротические изъязвления контактных тканей с наличием в брюшной полости чешуек вермикулита металлического оттенка размером до 0,5 мм.

Таким образом, установлен сравнительно безопасный способ введения наноструктурного вермикулита в организм животных – оральный, который открывает перспективы потенциального использования при снижении концентрации препарата и установлении безопасных доз. Способы инъекции наноструктурного вермикулита внутримышечно, подкожно и внутривенно не перспективны ввиду быстрой обратной агломерации наночастиц в тканях, и не способность рассасывания препарата в них.

4.1.2 Изучение острой оральной токсичности

Для исследования острой оральной токсичности наноструктурного вермикулита и определения безопасной дозы при однократном введении препарата, использовали в качестве исходной дозы – дозу обусловившую летальность одной особи в опыте по определению потенциальных способов введения препарата – 4,0 г/кг живой массы. Подбор доз наноструктурного вермикулита осуществляли с учетом проведенных исследований по потенциальным путям введения и литературных данных ряда авторов, проводивших подобные исследования с применением наноразмерных агроминералов: бентонита, фосфорита и сапропеля [29, 106, 149, 163]. Выбор доз вермикулита осуществляли на основе исследований авторов, которые установили оптимальные дозы введения агроминерала сельскохозяйственным животным [17, 34]. Были сформированы восемь групп животных: мышам I, II, III, IV, V и VI групп вводили водную суспензию наноструктурного вермикулита в дозах 4,0; 3,0; 2,0; 1,0; 0,6 и 0,2 г/кг живой массы, мышам VII группы – водную суспензию вермикулита, и мышам VIII группы контрольным – деионизированную воду. В

эксперименте использовали половозрелых белых мышей, живой массой $24,8 \pm 1,14$ г, выдержанных без корма 8 часов. Дозы и количества препаратов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Дозы и количества препаратов при определении острой оральной токсичности

Группы мышей (n=12)	Препарат	Доза препаратов, г/кг	Количество препаратов, г/гол.	Количество воды, см ³ /гол.	Летальность мышей, гол.
I	НВ	4,0	0,1	0,5	1
II	НВ	3,0	0,075	0,5	1
III	НВ	2,0	0,05	0,5	0
IV	НВ	1,0	0,025	0,5	0
V	НВ	0,6	0,015	0,5	0
VI	НВ	0,2	0,005	0,5	0
VII	Вермикулит	1,0	0,025	0,5	0
VIII	Деионизирующая ванная вода	–	–	0,5	0

Препараты вводили однократно, внутрижелудочно при помощи атравматического зонда, учет реакции вели в течение 14 суток.

В первые минуты после введения препаратов у мышей всех групп наблюдали кратковременное угнетение и малоподвижность, что было обусловлено болевым шоком на введение атравматического зонда.

В группе мышей, получивших наноструктурный вермикулит в дозе 4,0 г/кг живой массы период угнетения, малоподвижности и отказа от корма и воды длился 2,5-3,0 часа. Клинически картина характеризовалась цианотичностью видимых слизистых, конечностей, хвостов и ушей. Мыши имели изогнутую в дугу форму, как бы оберегали брюшную область, группировались, у всех животных наблюдали диарею. Регистрировали гибель одной мыши через три часа после введения наноструктурного вермикулита. При патологоанатомическом вскрытии наблюдали единичные мелкоточечные кровоизлияния на слизистой фундальной части желудка

и тонкой кишки. Восстановление поведенческих реакций, возвращение активности, водной и кормовой возбудимости, сопоставимые с контрольными аналогами, регистрировали через пять часов после введения препарата. В течение 14 суток мыши этой группы не отличались от контрольных аналогов. При диагностическом вскрытии мышей этой группы визуально не установлено патологоанатомических изменений органов и тканей, на поверхности органов желудочно-кишечного тракта наблюдали обильную слизь.

В группе мышей, получивших наноструктурный вермикулит в дозе 3,0 г/кг живой массы, клиническая картина интоксикации характеризовалась менее выраженной степенью проявления, как по интенсивности, так и продолжительности течения. Диарею наблюдали у большинства животных. Гибель одной особи регистрировали через 3 часа 20 минут после введения суспензии наноструктурного вермикулита. При патологоанатомическом вскрытии животного этой группы отмечали, что картина была подобной мыши из I опытной группы. Полное восстановление поведения, активности, водной и пищевой возбудимости наблюдали через пять часов после введения препарата. В течение 14 суток клинико-физиологическое состояние и поведение мышей этой группы было подобно контрольным аналогам. Диагностическим вскрытием мышей на 14 сутки не установлено патологических изменений органов и тканей. На поверхности контактных с нанопрепаратом органах – желудке и кишечнике отмечали наличие обильной слизи.

Введение наноструктурного вермикулита в дозе 2,0 г/кг живой массы обусловило проявление симптомов интоксикации у мышей продолжительностью до 2 часов. У них отмечали малоподвижность, шаткость в походке, отказ от воды и корма, у отдельных особей наблюдали бледность видимых слизистых и диарею. Полное восстановление общего состояния, поведения, водной и пищевой возбудимостей фиксировали через четыре часа после введения препарата. В течение 14 суток мыши этой группы не отличались от контрольных. При диагностическом вскрытии не установлено визуальных изменений органов и

тканей. На слизистой желудка и тонкой кишки наблюдали незначительное количество слизи.

При введении наноструктурного вермикулита в дозе 1,0 г/кг живой массы наблюдали угнетение, малоподвижность животных, отказ от воды и корма в течение одного часа. Диспепсию выявляли у двух особей. Восстановление общего состояния, подобного контрольным мышам, регистрировали в течение 1-1,5 часов. В период учётного времени мыши этой группы не отличались от контрольных аналогов. При диагностическом вскрытии на 14 сутки мышей этой группы, визуально не установлено патологоанатомических изменений органов и тканей.

У мышей, которым вводили деионизированную воду в количестве 0,5 см³/гол, водную суспензию вермикулита в дозе 1,0% и наноструктурного вермикулита в дозах 0,2 и 0,6% г/кг живой массы, признаки угнетения и малоподвижности исчезали в течение 25-30 минут после введения препаратов. В течение первых суток и далее в течение 14 суток по поведенческим реакциям, активности, потреблению корма и воды мыши V, VI и VII групп не отличались от контрольных аналогов. При диагностическом вскрытии мышей и макроскопическом исследовании внутренних органов и тканей визуальных изменений не наблюдали.

Таким образом, установлено, что наноструктурный вермикулит в дозах 0,2 и 0,6 г/кг живой массы является безопасным при введении в организм белых мышей. Наноструктурный вермикулит в дозе 2,0 г/кг живой массы является токсичным и обуславливает возникновение и проявление клинических признаков интоксикации с выраженной дозозависимой степенью проявления. Дозы наноструктурного вермикулита 3,0 г/кг живой массы и более являются летальными.

4.1.3 Изучение кумулятивных свойств

Для исследования кумулятивных свойств наноструктурного вермикулита при многократном введении его в организм животных руководствовались методикой по Lim R. et al. (1961) [229]. Использовали 12 половозрелых белых мышей, живой массы $26,3 \pm 1,72$ г. Начальной минимальной дозой использовали 1/10 часть летальной дозы 3,0 г/кг, что составило 0,3 г/кг (Таблица 3).

Таблица 3 – Дозы наноструктурного вермикулита при изучении кумулятивных свойств, г/кг

Показатели	Сутки опыта					
	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24
Суточная доза, г/кг	0,30	0,45	0,67	1,01	1,52	2,28
Суммарная доза за 4 дня, г/кг	1,20	1,80	2,68	4,04	6,08	9,12
Суммарная доза, г/кг	1,20	3,00	5,68	9,72	15,80	24,90
Летальность	–	–	–	–	–	2

Первые клинические признаки интоксикации появились на 12 сутки после ежедневного введения суспензии наноструктурного вермикулита при суточной дозе 0,67 и суммарной дозе 5,68 г/кг живой массы. На протяжении 1,0-1,5 часов мыши отказывались от воды и корма, были малоподвижны, слабо реагировали на внешние раздражители.

Гибель мышей регистрировали на 22 и 24 сутки при суточной дозе наноструктурного вермикулита – 2,28 и суммарной дозе – 24,9 г/кг живой массы. При патологоанатомическом вскрытии наблюдали на слизистой органов желудочно-кишечного тракта мелкоточечные кровоизлияния с большей степенью

интенсивности в желудке и тонкой кишке, печень и почки увеличены в объеме. В этот период у оставшихся мышей отмечали бледность видимых слизистых, ушей, хвоста и конечностей. У животных наблюдали матовость шерстного покрова, отсутствие блеска, область промежностей испачкана испражнениями. Непосредственно после введения наноструктурного вермикулита в течение 2,5-3,0 часов мыши отказывались от воды и корма, были не активными, малоподвижными, плохо реагировали на внешние раздражители, забивались в угол клетки. Данные признаки носили обратимый характер в течение пяти часов после введения препарата.

В связи с тем, что при длительном внутрижелудочном введении нарастающих доз наноструктурного вермикулита в организм мышей, гибели 50% животных не достигли, а модификация наноструктурного вермикулита (изменение концентрации, выпаривание и т.д.) вызывает изменение его характеристик, то для определения кумулятивных свойств использовали классификацию по Медведю Л.И. и соавт. (1968). Коэффициент кумуляции рассчитывали как отношение суммарной дозы при многократном введении препарата к дозе вещества при однократном введении:

$$K_{\text{кум}} = \frac{\text{ЛД}_{50(\text{суммарное})}}{\text{ЛД}_{50(\text{однократное})}} = \frac{24,9 \text{ г/кг}}{3,0 \text{ г/кг}} = 8,3.$$

Коэффициент 8,3 согласно классификации химических веществ по степени кумуляции по Медведю Л.И. и др. определяет наноструктурный вермикулит, как вещество со слабовыраженным кумулятивным действием.

Таким образом, наноструктурный вермикулит обладает слабовыраженными кумулятивными свойствами. При его многократном поступлении в организм животных клинические признаки интоксикации проявляются на 12 сутки, при суточной дозе 0,67 и суммарной дозе 5,68 г/кг живой массы. Гибель животных регистрируется на 22 и 24 сутки при суточной дозе 2,28 и суммарной дозе 24,9 г/кг живой массы.

4.1.4 Определение общей токсичности при накожном применении

Кожно-раздражающее действие наноструктурного вермикулита изучали на кроликах породы «Серый великан», использовали шесть самцов кроликов, весом 2,5 кг. Эксперимент основан на возможном проявлении дермонекротического действия наноструктурного вермикулита и гибели животных.

У кроликов в области бедра выстригали волосяной покров и на участок 6х6 см² наносили наноструктурный вермикулит и суспензию вермикулита. Контролем служили противоположные участки тела, на которые наносили дистиллированную воду (Таблица 4).

Таблица 4 – Количества веществ при накожном применении

Группы	Наносимое вещество	Дозы и количество		Летальность
		мг/см ²	мг/участок	
I	вермикулит	10,0	360,0	0
II	НВ	10,0	360,0	0
III	НВ	8,0	288,0	0
IV	НВ	6,0	216,0	0
V	НВ	4,0	144,0	0
VI	НВ	2,0	72,0	0
контроль	дистиллированная вода	10,0	360,0	0

Время экспозиции веществ – 4 часа, после чего смывали теплой водой с хозяйственным мылом, реакцию учитывали в течение 14 суток.

К концу первых суток после нанесения наноструктурного вермикулита в дозе 10,0 мг/см² отмечали гиперемиию кожи с небольшими корочками шелушения, в дозе 8,0 мг/см² - незначительную гиперемиию, в дозах 6,0-2,0 мг/см² не установлено раздражающего действия на кожу кроликов. Аппликация водной суспензии вермикулита так же не вызывала кожно-раздражающего действия. До конца

опытного периода ни одно животное не погибло, структурно-функциональное состояние кожного покрова опытных участков не отличалось от подобных контрольных.

Таким образом, безопасным и оптимальным способом поступления наноструктурного вермикулита является пероральный способ. В организме животных наноструктурный вермикулит не обладает острой оральной токсичностью, не оказывает кожно-раздражающего действия, имеет слабовыраженные кумулятивные свойства. Согласно ГОСТу 12.1.007.76 по степени опасности относится к 4 классу химических веществ, по гигиенической классификации – к малотоксичным соединениям.

4.2 Производственные испытания

4.2.1 Показатели живой массы, морфологии и биохимии крови в динамике опыта по применению кормовой добавки наноструктурного вермикулита

В условиях животноводческого предприятия ООО «Агрофирма АЮ» Арского района Республики Татарстан были сформированы по принципу аналогов по возрасту и живой массе пять групп животных по 25 быков в возрасте 15 месяцев. I группа животных получала основной рацион (ОР) хозяйства и была контрольной, животные II опытной группы дополнительно к ОР получали вермикулит в количестве 1,0% к сухому веществу рациона, быки III, IV и V опытных групп к ОР получали наноструктурный вермикулит в количествах 1,0%, 0,6% и 0,2%, к рациону, соответственно. Продолжительность введения в рацион быков наноструктурного вермикулита составила 90 суток.

Одними из основных параметров при исследовании длительного влияния кормовых добавок на организм животных являются быстро реагирующие показатели прироста живой массы и морфо-биохимические показатели крови [67].

Были исследованы показатели прироста живой массы быков в динамике опыта (Таблица 5).

К концу опытного периода у быков, получавших с основным рационом разные дозы наноструктурного вермикулита, установлено увеличение живой массы на 6,3-9,3% в сравнении с контрольными аналогами. У быков, получавших в составе рациона кормовую добавку вермикулит, живая масса увеличилась на 4,5% в сравнении с контрольными быками.

Таблица 5 – Живая масса быков при введении в состав рациона наноструктурного вермикулита, кг

Возраст, мес.	Группы (n=25)				
	I контрольная	II ОР + 1,0% вермикулит	III ОР + 1,0% НВ	IV ОР + 0,6% НВ	V ОР + 0,2% НВ
15 мес.	350,4±2,3	354,9±3,1	354,1±4,1	353,9±3,5	354,5±2,4
16 мес.	370,2±3,2	380,3±2,8	388,2±4,5	391,4±2,1	387,5±1,1
17 мес.	396,1±6,1	409,2±5,3	420,8±6,3	426,1±6,3	424,1±8,1
18 мес.	423,6±9,8	442,7±8,5	450,3±4,4*	463,0±5,1*	457,9±6,7
Прирост за опыт, кг	73,2±1,2	91,5±2,1	96,2±3,5	109,1±5,1	103,4±4,2
Относительн ый прирост, % к контролю	100,0	104,5	106,3	109,3	108,1

Здесь и далее * P<0,05

Наибольшее увеличение живой массы на 9,3% отмечали у быков IV опытной группы, получивших к основному рациону 0,6% наноструктурного вермикулита. Введение наноструктурного вермикулита в дозе 1,0% к рациону обеспечило наименьший прирост живой массы – 6,3%. Предполагаем, что при значительной концентрации наноактивированного вермикулита проявились его высокие сорбционные и абразивные свойства, которые не позволили достигнуть ожидаемых

результатов. В то же время наименьшая доза – 0,2% обусловила повышение показателей в сравнении с действием наивысшей дозы, и способствовала увеличению живой массы на 8,1% в сравнении с контрольными аналогами. Предполагаем, что в этой дозе наноструктурного вермикулита было в недостаточном количестве, что отразилось потенциальным недополученным приростом живой массы.

В период опыта не отмечали гибели быков на откорме, сохранность поголовья во всех опытных и контрольной группах составила 100%.

Исследования гематологических показателей быков были проведены на 30-ые, 60-ые и 90-ые сутки опыта. Установлено, что введение в их кормление вермикулита и наноструктурного вермикулита обусловило некоторые изменения показателей в крови животных (Таблица 6).

На 30 сутки опыта установлено увеличение содержания гемоглобина на 6,0% в крови быков, получавших наивысшее количество наноструктурного вермикулита – 1,0%. При этом введение наноструктурной добавки в количестве 0,6 и 0,2% и вермикулита 1,0% не обеспечило достижения такого результата, и составило 2,9; 1,2 и 1,8%, соответственно, в сравнении с контрольными аналогами. На 60 сутки опыта содержание гемоглобина в крови быков, получавших вермикулит, увеличилось на 2,2% в сравнении с контрольными показателями. Достоверное увеличение гемоглобина на 9,0 и 8,4 % ($P < 0,05$) в сравнении с контролем регистрировали у быков IV и V опытных групп. У быков, получавших наибольшее количество наноструктурного вермикулита, концентрация гемоглобина в крови в этот период увеличивалась менее интенсивно и повышение составило 6,8% в сравнении с контролем, что, по-нашему мнению, можно расценивать как удовлетворение потребности организма в железе. На 90-ые сутки опыта концентрация гемоглобина в крови быков, получавших вермикулит, увеличилась на 3,1% в сравнении с контрольными аналогами. Сравнительно большее увеличение содержания гемоглобина на 7,3-10,5% отмечали в крови быков, получавших в кормлении разные дозы наноструктурного вермикулита. При этом

достоверное увеличение установлено в показателях быков IV опытной группы – на 10,5% ($P < 0,05$), в сравнении с контрольными значениями.

Таблица 6 – Морфологические показатели крови быков, получавших в кормлении наноструктурный вермикулит

Показатели	Группы (n=3)				
	I контрольная	II OP + 1,0% вермикулит	III OP + 1,0% НВ	IV OP + 0,6% НВ	V OP + 0,2% НВ
1-ые сутки опыта					
Гемоглобин, г/л	103,4±4,1	105,1±5,2	104,6±4,3	103,8±7,2	104,9±5,5
Эритроциты, 10^{12} /л	6,1±0,6	6,0±0,2	6,1±0,3	5,8±0,4	5,9±0,3
Лейкоциты, 10^9 /л	7,8±0,4	7,6±0,9	7,9±0,5	7,5±0,2	7,8±0,4
30-е сутки опыта					
Гемоглобин, г/л	104,2±3,1	106,1±7,2	110,4±5,3	107,2±4,9	105,4±2,1
Эритроциты, 10^{12} /л	6,3±1,1	6,4±0,8	6,7±0,6	6,6±0,7	6,6±0,9
Лейкоциты, 10^9 /л	8,1±0,8	7,9±0,4	7,9±0,2	8,0±0,7	8,1±0,3
60-ые сутки опыта					
Гемоглобин, г/л	105,0±4,2	107,3±5,5	112,1±3,9	114,5±4,2*	113,8±2,2*
Эритроциты, 10^{12} /л	6,3±0,8	6,5±0,3	6,8±0,1	6,8±0,5	6,7±0,6
Лейкоциты, 10^9 /л	8,0±0,6	8,2±0,2	8,3±0,4	8,1±0,5	7,9±0,8
90-ые сутки опыта					
Гемоглобин, г/л	104,8±3,2	108,1±2,5	112,5±8,3	115,8±4,5*	113,6±6,3
Эритроциты, 10^{12} /л	6,2±0,5	6,6±1,0	6,6±0,8	7,2±0,7*	7,0±0,4*
Лейкоциты, 10^9 /л	7,9±0,6	8,3±0,2	8,2±0,5	8,0±0,4	8,0±0,8

* $P < 0,05$

Предполагаем, что значительное увеличение гемоглобина в крови животных обусловлено недостатком микроэлементов в организме, компенсированным за счет

поступления большого количества биодоступного соединения железа в составе наноструктурного вермикулита.

Подобная тенденция установлена при анализе показателей количества эритроцитов. На 30 сутки опыта наибольшее увеличение на 6,3% установлено в крови быков III группы, получивших наноструктурную добавку в дозе 1,0%. В крови быков II, IV и V опытных групп увеличение было на 1,6; 4,5 и 4,5% соответственно, в сравнении с контрольными значениями. При анализе изменения показателей эритроцитов на 60-ые сутки опыта установлено, что наибольшее увеличение их количества на 7,9% достигнуто в крови быков, получивших в кормлении наноструктурный вермикулит в дозах 1,0 и 0,6%. Наименьшее увеличение получено в показателях быков II группы, получавших вермикулит в дозе 1,0% к рациону. К концу опытного периода установлено наибольшее увеличение количества эритроцитов у быков IV и V опытных групп, что было выше контрольных на 16,1 ($P < 0,05$) и 12,9% соответственно. Наблюдали существенное повышение количества эритроцитов на 6,4% в крови быков, получавших кормовую добавку вермикулит в дозе 1,0%, подобное увеличение регистрировали в крови животных, получавших наибольшую дозу наноструктурного вермикулита.

В динамике опыта существенного изменения количества лейкоцитов в крови контрольных и опытных быков не установлено, однако, отмечена тенденция к незначительному снижению на 2,5% в крови быков, получавших вермикулит и наноструктурный вермикулит в дозах по 1,0% к рациону.

Таким образом, при анализе морфологических показателей крови быков, получавших в составе рациона кормовые добавки вермикулит и наноструктурный вермикулит, установлено, что все показатели были в пределах границ физиологической нормы. В динамике опыта установлено, что наноструктурный вермикулит усваивался более активно, имел дозозависимую тенденцию и восполнял минеральный обмен веществ. При введении наноструктурного вермикулита в дозе 1,0; 0,6 и 0,2%, установлено увеличение содержания гемоглобина на 7,3; 10,5 и 8,4%, количества эритроцитов на 6,4; 16,1 и 12,9%,

соответственно. Применение вермикулита в дозе 1,0%, увеличило содержание гемоглобина на 3,1% и количества эритроцитов на 6,4%. Лейкоцитарный профиль крови при введении вермикулита и наноструктурного вермикулита изменялся незначительно, колебание количества лейкоцитов составило $\pm 2,5-3,7\%$.

Введение в рацион быков легкодоступных макро-, микроэлементных соединений в составе наноактивированного вермикулита обусловило дозозависимое увеличение общего кальция, неорганического фосфора и показателя резервной щелочности крови (Таблица 7).

Таблица 7 – Биохимические показатели крови быков, получавших в кормлении наноструктурный вермикулит

Показатели	Группы (n=3)				
	I контрольная	II ОР + 1,0% вермикулит	III ОР + 1,0% НВ	IV ОР + 0,6% НВ	V ОР + 0,2% НВ
1	2	3	4	5	6
1-ые сутки опыта					
Общий кальций, ммоль/л	2,7 \pm 0,5	2,8 \pm 0,6	2,7 \pm 0,5	2,7 \pm 0,2	2,7 \pm 0,4
Неорган. фосфор, ммоль/л	1,8 \pm 0,9	1,8 \pm 0,2	1,8 \pm 0,4	1,9 \pm 0,5	1,8 \pm 0,1
Резер. щелочность, об%СО ₂	50,1 \pm 1,2	50,2 \pm 1,2	50,4 \pm 2,1	49,7 \pm 3,4	49,4 \pm 1,1
Общий белок, г/л	82,4 \pm 7,2	82,5 \pm 5,2	82,8 \pm 3,1	83,1 \pm 7,1	82,0 \pm 2,0
30-е сутки опыта					
Общий кальций, ммоль/л	2,8 \pm 0,3	2,8 \pm 0,2	3,1 \pm 0,2	3,0 \pm 0,4	2,9 \pm 0,2
Неорган. фосфор, ммоль/л	1,8 \pm 0,2	1,8 \pm 0,3	2,0 \pm 0,1	1,9 \pm 0,2	1,9 \pm 0,1
Резер. щелочность, об%СО ₂	50,3 \pm 4,4	52,2 \pm 3,1	54,8 \pm 1,7	53,1 \pm 2,5	52,8 \pm 4,2
Общий белок, г/л	82,6 \pm 2,1	82,8 \pm 5,1	82,9 \pm 4,2	83,2 \pm 5,1	83,2 \pm 7,3
60-ые сутки опыта					
Общий кальций, ммоль/л	2,8 \pm 0,5	2,9 \pm 0,3	3,1 \pm 0,2	3,1 \pm 0,9	3,0 \pm 0,2
Неорган. фосфор, ммоль/л	1,8 \pm 0,2	1,9 \pm 0,1	2,0 \pm 0,2	2,0 \pm 0,3	1,9 \pm 0,1
Резер. щелочность, об%СО ₂	52,6 \pm 1,2	55,1 \pm 2,9	57,8 \pm 5,1	58,2 \pm 3,5*	57,1 \pm 5,1
Общий белок, г/л	81,9 \pm 1,1	82,4 \pm 1,1	82,6 \pm 4,5	82,9 \pm 8,2	83,0 \pm 6,3

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6
90-ые сутки опыта					
Общий кальций, ммоль/л	2,8±0,1	3,1±0,2	3,2±0,3	3,2±0,1*	3,2±0,3
Неорган. фосфор, ммоль/л	1,8±0,1	1,9±0,2	2,0±0,2	2,0±0,1*	2,0±0,2
Резерв. щелочность, об%СО ₂	53,4±1,3	55,4±2,6	57,9±6,2	60,6±2,2	58,2±3,3
Общий белок, г/л	81,4±2,2	82,5±4,5	82,5±3,4	83,0±5,1	82,8±2,3

* P<0,05

При изучении динамики общего кальция в крови быков под длительным влиянием наноактивированного вермикулита установлено увеличение его концентрации на 30 сутки опыта. Наибольшее повышение регистрировали в крови быков, получавших 1,0% нанодобавки, где увеличение составило 10,7% в сравнении с контролем. Несколько ниже зарегистрировано увеличение общего кальция на 7,1 и 5,3% в крови быков IV и V опытных групп, получавших наноструктурный вермикулит в количестве 0,6 и 0,2% к рациону, соответственно. Содержание общего кальция в крови животных, получавших 1,0% вермикулита, повысилось незначительно – на 2,5%. На 60 сутки опыта дозозависимая тенденция увеличения общего кальция в крови быков, получавших наноструктурную минеральную добавку, сохранилась у животных: III опытной группы повышение составило 12,3%, IV – 11,3% и V – 7,0% в сравнении с контрольными аналогами. В крови быков II группы, получавших 1,0% вермикулита, общий кальций увеличился незначительно – на 3,5% к контролю. На 90-ые сутки опыта наибольшее увеличение общего кальция – на 16,3% (P < 0,05) отмечали в крови быков, получавших 0,6% наноструктурной добавки. У животных III и V опытных групп эти показатели были несколько ниже, и составили 14,2 и 14,5% соответственно. Длительное применение быкам кормовой добавки вермикулит в дозе 1,0% способствовало к концу опытного периода значительному увеличению

общего кальция в крови животных II опытной группы на 9,9%, в сравнении с контрольными аналогами.

При исследовании на 30-ые сутки опыта содержания неорганического фосфора установлено увеличение его концентрации в крови быков: II группы – на 2,2%, III – на 9,8%, IV – 5,4% и V – на 4,3%, в сравнении с контрольными аналогами. Следует отметить, что в этот период увеличение показателя в крови быков, получавших наноструктурные добавки, было более существенным. Содержание неорганического фосфора на 60-ые сутки опыта характеризовалось незначительным увеличением в крови быков: II опытной группы – на 2,1%, III – на 6,4%, IV – 6,9% и V – на 5,3% в сравнении с контрольными значениями. К концу опыта у быков IV и V групп отмечали повышение в крови содержания неорганического фосфора на 10,7 ($P < 0,05$) и 9,7%, соответственно. Не достижение подобных результатов в III группе быков (повышение неорганического фосфора было на 7,5%), по нашему мнению, обусловлено высокими абразивными и сорбционными свойствами наноактивированного вермикулита в наивысшей дозе 1,0% к рациону. Достаточно высоким было содержание неорганического фосфора в крови быков, получавших вермикулит – превышение контрольных показателей составило 6,5%.

На 30-ые сутки опыта показатель резервной щелочности в крови быков, получавших разные дозы наноструктурного вермикулита, увеличивался на 5,0-8,9%, с наибольшей интенсивностью у животных III опытной группы. При этом у быков, получавших вермикулит, увеличение составило 3,8% в сравнении с контрольными животными. На 60-ые сутки опыта наибольшее повышение показателя резервной щелочности – 10,6% ($P < 0,05$) достигли в крови быков IV группы, получавших 0,6% наноструктурного вермикулита. У животных II, III и V опытных групп повышение этого показателя в сравнении с контрольными составило 4,7; 9,9 и 8,6% соответственно. К концу опытного периода показатель резервной щелочности отражал картину улучшения минерального обмена, потому что в первые дни опыта этот показатель находился на уровне нижней границе

физиологической нормы. Наибольшее увеличение – на 13,5% отмечали в группе животных, получавших в рационе 0,6% наноструктурного вермикулита, далее – на 9,0% у быков, получавших 0,2% нанодобавки. Наименьший результат – увеличение на 8,4% в сравнение с контролем – был достигнут у быков III группы, получавших наноструктурную добавку в максимальной дозе – 1,0%. У быков, получавших в рационе кормовую добавку вермикулит в дозе 1,0% показатель резервной щелочности увеличился на 3,7% в сравнении с контролем.

В динамике опытного периода содержание общего белка в крови быков существенно не изменялось, но имело тенденцию к незначительному повышению показателей в крови животных, получавших наноструктурную кормовую добавку.

Таким образом, введение в кормление быков кормовых добавок вермикулит в оптимальной дозе и наноструктурный вермикулит в дозах 0,2-1,0% способствовали насыщению минерального буфера крови. У животных, получивших с рационом вермикулит в дозе 1,0%, увеличилось: содержание общего кальция на 9,0%, неорганического фосфора – на 6,5% и показателя резервной щелочности на – 3,7% в сравнении с контролем. У быков, получавших наноструктурный вермикулит, повышение было более значительное: содержание общего кальция на 14,2-16,3%, неорганического фосфора – на 7,5-10,7% и показателя резервной щелочности на – 8,4-13,5% в сравнении с контролем.

4.2.2 Предубойное исследование быков

Быков всех групп перед убоем классифицировали по развитости мышечной массы и жировым отложениям. Упитанность определяли по категориям групп крупного рогатого скота. Оценку быков проводили с учетом требований

национального стандарта Российской Федерации к крупному рогатому скоту для убоя, предназначенного для реализации в розничной торговле, сети общественного питания и промышленной переработки и на пищевые цели [54].

При оценке быков по категориям упитанности животные I контрольной, II и III опытных групп соответствовали категории «Отличная» с живой массой не менее 400,0 кг. Быки IV и V опытных групп, получавших наноструктурный вермикулит в дозе 0,6 и 0,2% к рациону, соответствовали по живой массе категории «Экстра» – не менее 450,0 кг (Таблица 8).

Таблица 8 – Категории молодняка крупного рогатого скота

Категория*	Группы (n=25)				
	I контрольная	II ОР + 1,0% вермикулит	III ОР + 1,0% НВ	IV ОР + 0,6% НВ	V ОР + 0,2% НВ
Экстра, не менее 450,0	–	–	–	463,0±5,1	457,9±6,7
Отличная, не менее 400,0	423,6±9,8	442,7±8,5	450,3±4,4	–	–

*ГОСТ Р 54315-2011

По классности быки I контрольной группы и быки II и III опытных групп, получавших вермикулит и наноструктурный вермикулит в дозах по 1,0%, соответствовали классу «Г» средним (I) и верхним пределам (II, III). Быки этих групп характеризовались слегка округлой формой туловища с развитой мускулатурой, тазобедренная часть имела среднее развитие, были заметны впадины у основания хвоста, седалищные бугры и маклоки умеренно выступали, поясница и спина были умеренно развиты, холка неширокая, просматривались остистые отростки позвонков и ребер; лопатка и грудь имели среднее развитие, передние и задние конечности были умеренно расставлены, при осмотре сзади быки выглядели умеренно округлыми, при осмотре спереди грудь и плечи были умеренной ширины, четко обозначены. Подкожные жировые отложения у быков были слабо развиты, слегка прощупывались у основания хвоста и на седалищных буграх, что соответствовало подклассу 1.

Опытные быки, получавшие в рационе 0,6% и 0,2% наноструктурного вермикулита, соответствовали нижним (V) и средним (IV) пределам класса «Б». Быки имели округлые формы туловища, хорошо развитую мускулатуру, тазобедренная часть была широкая и ровная, округлая; мускулатура бедра в области коленного сустава была заметна, но не нависала; седалищные бугры и маклоки слегка выступали, поясница и спина были средней ширины и толщины, остистые отростки позвонков слегка выступали, лопатки и грудь были хорошо развиты, без перехватов за лопатками; холка достаточно толстая, умеренной ширины, грудные позвонки и ребра слегка обозначены, задние и передние конечности умеренно расставлены, не сближены, при осмотре сзади быки выглядели округлыми, при осмотре спереди – были средней ширины, плечи умеренно широкие, кости слегка просматривались. Подкожные жировые отложения у быков IV и V опытных групп соответствовали подклассу 1, были слабо развиты, слегка прощупывались у основания хвоста и на седалищных буграх.

4.2.3 Органолептическая оценка туш и внутренних органов быков

Предубойный осмотр быков и изучение качества мяса проводили согласно «Правилам ветеринарного осмотра убойных животных и ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и мясных продуктов», действующих ГОСТов и СанПиН 2.3.2.1078-01 [140, 147].

При предубойном осмотре быков и послеубойной ветеринарно-санитарной экспертизе туш и внутренних органов визуально патологических изменений не установлено. Туши по внешнему виду были аналогичны между собой, степень обескровливания их была хорошей. Состояние внутренних органов оценивали

визуально по внешнему виду, цвету и целостности поверхностей. У быков опытных групп внутренние органы были пропорциональны по величине, имели специфическую для каждого органа окраску, без повреждений, кровоизлияний, налетов и новообразований. Проведены исследования массы туш и убойного выхода контрольных и опытных быков (Таблица 9).

Таблица 9 – Показатели мясной продуктивности быков

Показатели	Группы (n=25)				
	I контрольная	II ОР + 1,0% вермикулит	III ОР + 1,0% НВ	IV ОР + 0,6% НВ	V ОР + 0,2% НВ
Живая масса, кг	423,6±9,8	442,7±8,5	450,3±4,4*	463,0±5,1*	457,9±6,7
<i>% к контр.</i>	<i>100,0</i>	<i>104,5</i>	<i>106,3</i>	<i>109,3</i>	<i>108,1</i>
Масса туши, кг	220,7±11,3	232,2±9,4	237,3±10,8	245,8±12,4*	242,2±11,8
<i>% к контр.</i>	<i>100,0</i>	<i>105,2</i>	<i>107,5</i>	<i>111,4</i>	<i>109,7</i>
Убойный выход, %	52,1	52,4	52,7	53,1	52,9
<i>% к контр.</i>	<i>100,0</i>	<i>100,6</i>	<i>101,2</i>	<i>102,0</i>	<i>101,5</i>

*P<0,05

Установлено, что масса туш быков, получавших в кормлении вермикулит в дозе 1,0%, была выше контрольных показателей на 5,2%. Наибольшее увеличение туш на 11,4% достигнуто у быков, получавших в кормлении наноструктурный вермикулит в дозе 0,6%, в сравнении с контрольными аналогами. Туши быков, получавших 1,0% и 0,2% наноструктурного вермикулита в составе рациона, были тяжелее контрольных на 7,5 и 9,7% соответственно.

Одним из основных показателей учета мясной продуктивности животных является убойный выход, который определяют отношением веса туши с внутривисцеральным жиром к живому весу и выражают в процентах [12]. Показатель убойного выхода у контрольных быков составил 52,1%, у животных, получавших вермикулит он был выше на 0,6%. У быков, получавших разные дозы наноструктурного вермикулита превышение убойного выхода было на 1,2-2,0%, и показатель колебался в пределах 52,7-53,1%. При этом наибольшее значение было

достигнуто в тушах быков, получавших 0,6% нановермикулита ($P < 0,05$).

Оценку говядины в тушах проводили с учетом требований национального стандарта РФ к говядине, предназначенной для реализации в розничной торговле, сети общественного питания и промышленной переработки и на пищевые цели [54]. Учитывали соответствие говядины от молодняка крупного рогатого скота по категориям и классности.

Говядина от быков, получавших в рационе добавки вермикулита в виде макро- и нанодисперсий, соответствовала по массе туш категориям «Экстра» (IV, V) и «Отличная» (I, II и III) (Таблица 10).

Таблица 10 – Категории говядины от молодняка крупного рогатого скота

Категория*	Группы (n=25)				
	I контрольная	II ОР + 1,0% вермикулит	III ОР + 1,0% НВ	IV ОР + 0,6% НВ	V ОР + 0,2% НВ
Экстра, не менее 240,0	–	–	–	245,8±12,4*	242,2±11,8
Отличная, не менее 205,0	220,7±11,3	232,2±9,4	237,3±10,8	–	–

*ГОСТ Р 54315-2011

При определении классности установлено, что говядина от быков I контрольной, II и III опытных групп, получавших вермикулит и наноструктурный вермикулит в дозах 1,0%, соответствовала среднему (I) и верхнему (II, III) пределам класса «Г» и характеризовалась тем, что туши были слегка округлой формы, были заметны впадины, незаполненные мускулатурой. Тазобедренная часть туш была средне развита, слегка заметны впадины у основания хвоста, седалищные бугры и маклоки заметно выступали, спина и поясница были умеренной ширины, заметно сужались примерно с середины спины к холке. Остистые отростки позвонков и ребра были заметны, лопатки и грудь развиты до средней округлости, грудь узковата. Суставы заметно выступали. Мясо быков этих групп по содержанию жира соответствовало 1 подклассу: мышцы, за исключением лопаток и выпуклостей зада, были покрыты слоем жира 3-4 мм толщиной на спине

в области 10-12-го ребер. Слабо выраженный жировой «полив» присутствовал у основания хвоста и на верхней внутренней стороне бедер.

Говядина от быков IV и V опытных групп, получавших в рационе 0,6 и 0,2% наноструктурного вермикулита, соответствовала нижним пределам класса «Б». Туши были округлой формы с хорошо развитой мускулатурой. При осмотре в профиль – средней ширины и заполненности мускулатурой. Тазобедренная часть была средней ширины, ровная; мышцы бедра в области коленного сустава были заметны, но не нависали; спина и поясница были средней ширины, с некоторым сужением в направлении к холке; остистые отростки позвонков не просматривались; лопатки и грудь были округлые, заполненные мышцами, перехват за лопатками не виден, лопаточная кость была скрыта мышцами. Мясо быков соответствовало 1 подклассу, и характеризовалось покрытием мышц, за исключением лопаток и выпуклостей зада, слоем жира 4-5 мм толщиной на спине в области 10-12-го ребер. Отмечали слабо выраженный жировой «полив» у основания хвоста и на верхней внутренней стороне бедер.

4.2.4 Органолептическая оценка говядины

Проведены исследования туш и мяса быков контрольной и опытных групп. Туши опытных животных по внешнему виду визуально не отличались от контрольных, имели корочку подсыхания бледно-красного цвета. На разрезе мясо было плотное, упругое, мышцы были слегка влажными, на фильтровальной бумаге не оставляли влажного пятна, цвет мышц был интенсивно красный, свойственный свежей говядине. Образующаяся при надавливании пальцем ямка выравнивалась в течение 20,0-35,0 сек. (Таблица 11).

Таблица 11 – Органолептические показатели мяса быков

Показатели	Группа (n=5)				
	I контрольная	II ОР + 1,0% вермикулит	III ОР + 1,0% НВ	IV ОР + 0,6% НВ	V ОР + 0,2% НВ
Внешний вид и цвет поверхности туши	Корочка подсыхания бледно-красного цвета				
Мышцы на разрезе	Красного цвета, слегка влажные, не оставляют влажного пятна на фильтровальной бумаге				
Площадь мышечного глазка, см ²	62,4±1,8	68,0±1,1	63,0±2,2	70,7±1,6	69,7±0,8
Консистенция	плотная, упругая				
Время выравнивания ямки при надавливании, сек	35,0±0,3	20,1±0,2	21,4±0,3	25,0±0,9	22,8±0,6
Запах	Свойственный свежему говяжьему мясу				
Состояние жира	Цвет светло-желтый, твердой консистенции, при раздавливании крошится, без запаха осаливания и прогоркания				
Состояние сухожилий	Упругие, плотные, поверхность суставов гладкая и блестящая				

Наиболее длительное выравнивание было у контрольных образцов, самое быстрое – в мясе животных, получавших кормовую добавку вермикулит. Введение разных доз наноструктурного вермикулита в рацион быков способствовало уменьшению времени выравнивания ямки при надавливании на 10-13 секунд.

Запах мяса у быков всех групп был специфический, свойственный говяжьему свежему мясу. Жир имел белую окраску, был без посторонних запахов, твердой консистенции, при раздавливании крошился. Сухожилия были упругие, плотные, поверхность суставов гладкая, блестящая.

Была определена площадь мышечного глазка длиннейшей мышцы (*m.*

Longissimus dorsi) на поперечном срезе между 12-13-м ребрами [57, 155]. Определение проводили путем измерения линейкой длины (а) и ширины (b) мышечного глазка и расчета по формуле:

$$S=a \cdot b \cdot 0,8, \text{ где ,}$$

S – площадь мышечного глазка, см²; а – длина мышечного глазка, см; b – ширина мышечного глазка, см; 8,0 – коэффициент.

Наибольшая площадь мышечного глазка зафиксирована у быков, получавших в кормлении вермикулит и наноструктурный вермикулит в дозах 0,2-0,6% к рациону.

При проведении пробы варки бульоны из мяса быков всех групп имели специфический запах свежей говядины, визуально были прозрачными, жир на их поверхностях собирался в виде желтоватых капель и расплзался по поверхности бульонов.

Была проведена комиссионная дегустационная оценка бульона по 9-ти бальной шкале (Таблица 12).

Таблица 12 – Показатели дегустационной оценки бульона из говядины

Показатели	Группа (n=5)				
	I контрольная	II ОР + 1,0% вермикулит	III ОР + 1,0% НВ	IV ОР + 0,6% НВ	V ОР + 0,2% НВ
Прозрачность	8,6±0,2	8,6±0,5	8,6±0,4	8,6±0,3	8,6±0,1
Цвет	8,7±0,5	8,7±0,4	8,9±0,2	8,8±0,5	8,8±0,1
Аромат	8,6±0,3	8,7±0,3	8,8±0,4	8,8±0,1	8,7±0,3
Консистенция	8,2±0,1	8,3±0,4	8,4±0,5	8,5±0,4	8,6±0,3
Вкус	8,5±0,3	8,6±0,2	8,7±0,1	8,7±0,2	8,7±0,5
Крепость	8,4±0,6	8,6±0,4	8,7±0,2	8,7±0,5	8,7±0,2
Общая оценка, балл	8,5±0,1	8,8±0,3	8,6±0,2	8,9±0,4	8,7±0,3

По сумме баллов наилучшие показатели имели образцы бульонов из мяса быков, которые в составе рациона получали минеральные кормовые добавки, с наилучшей оценкой бульонов от быков, получавших в составе рациона вермикулит

и наноструктурный вермикулит в дозах 1,0 и 0,6% соответственно, к сухому веществу рациона.

Таким образом, согласно «Правилам ветеринарного осмотра убойных животных и ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и мясных продуктов» и ГОСТ 7269-79, внутренние органы и мясо быков всех групп признаны доброкачественными в ветеринарно-санитарном отношении и направлены в реализацию без ограничений [48, 140].

4.2.5 Химический состав говядины

Показатели пищевой и энергетической ценностей являются одними из основных критериев оценки качества мяса. С начала 80-х годов XX века спрос на жирное мясо решительно начал падать, и, в свою очередь, главной задачей при выращивании и откорме скота с тех пор стало увеличение содержания мышечной ткани в туше. Известно, что слишком высокое содержание жира в мясе замедляет процесс отделения желудочного сока в желудке и тем самым препятствует перевариванию (усвояемости) белков. Нужно помнить, что мясо является главным белковым продуктом питания. И только мясные белки способны удовлетворить потребности человека во всех жизненно необходимых веществах [78]. По этим причинам ряд зарубежных стран таких как: США, Англия и Германия – направило свое животноводство в сторону производства нежирного мяса [113].

Для изучения влияния кормовых добавок вермикулит и наноструктурный вермикулит на качество говядины были проведены исследования химического состава мяса быков и их калорийность (Таблица 13).

Таблица 13 – Химический состав и калорийность мяса быков

Показатели	Группа (n=5)				
	I контрольная	II ОР + 1,0% вермикулит	III ОР + 1,0% НВ	IV ОР + 0,6% НВ	V ОР + 0,2% НВ
<i>Длиннейшая мышца спины (Musculus longissimus dorsi) – (спинной отруб)</i>					
Влага, %	76,80±0,50	75,80±1,00	75,12±0,90	75,50±0,50*	75,70±0,40
Минеральные вещества, %	1,41±0,18	1,47±0,14	1,53±0,24	1,52±0,26	1,50±0,16
Белок, %	18,60±1,72	19,30±1,24	19,50±0,80	19,40±0,98	19,20±1,10
Жир, %	3,19±0,44	3,32±0,25	3,41±0,22	3,35±0,47	3,36±0,38
Калорийность 100 г/мяса, кДж (#)	188,00±3,24	190,00±3,15	194,50±4,12	191,60±2,78	191,10±2,42
<i>Полусухожильная мышца (musculus semitendinosus) – (тазобедренный отруб)</i>					
Влага, %	74,60±2,28	74,15±2,14	73,20±3,14	73,60±2,84	73,90±3,28
Минеральные вещества, %	1,35±0,24	1,40±0,24	1,47±0,54	1,43±0,26	1,41±0,22
Белок, %	20,90±1,12	21,20±4,36	21,80±4,26	21,50±0,98	21,30±2,34
Жир, %	3,15±0,44	3,25±0,18	3,42±0,24	3,35±0,18	3,34±0,10
Калорийность 100 г мяса, кДж (#)	187,00±2,58	189,00±5,34	190,80±6,28	190,60±4,16	190,40±5,18

* $P < 0,05$; (#) Нечаев А.П. Пищевая химия / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова. – СПб.: ГИОРД, 2007. – 640 с.

Химический анализ показал, что в длиннейшей мышце спины быков, получавших в кормлении минеральные кормовые добавки, влажность уменьшилась на 1,3-2,2% ($P < 0,05$), в сравнении с контрольными аналогами. Отмечали увеличение зольности мяса на 4,5-9%, при этом наибольшее дозозависимое увеличение было в мясе быков, получавших наноструктурные добавки. При введении в рацион быков наноструктурного вермикулита в дозе 1,0%, содержание минеральных веществ в говядине увеличилось на 9%, в мясе быков, получавших 0,6 и 0,2% наноструктурного вермикулита, увеличение составило 8,5 и 7%, соответственно, в сравнении с контрольными аналогами. Введение в кормление быков вермикулита в дозе 1,0% обусловило увеличение зольности говядины на 4,5% в сравнении с контролем. Подобное увеличение содержания минеральных веществ в мышечной ткани быков обусловлено, по нашему мнению, поступлением в организм в составе минерального наноструктурного вермикулита легко

усваиваемых биогенных макро- и микроэлементов с высокой химической активностью и доступностью для включения в метаболические процессы организма.

В динамике опыта отмечали некоторое увеличение содержания белка в мясе быков опытных групп, что в сравнении с контрольными составило 3,2-4,8%. Значительной разницы между содержанием белка в мясе быков, получавших в рационе вермикулит и разные дозы наноструктурного вермикулита, не установлено – увеличение составляло 3,8 и 4,8 (III); 4,3 (IV); 3,2 (V) %. Подобное увеличение белка в мясе животных отмечается в исследованиях многих авторов. Они отмечают, что при введении агроминералов в рацион кормления животных, за счет абразивно-раздражающего действия минералов в кишечнике происходят изменения в системе «крипта-ворсинка», увеличивается поверхность всасывания питательных веществ и повышается конверсия корма. Что в итоге приводит к повышению белка в мясе и увеличению массы тела животных [28, 106, 128].

Установлено увеличение содержания жира в мясе опытных быков в сравнении с контрольными на 4,2-7,2%. В говядине быков, получавших в рационе вермикулит, содержание жира увеличилось на 4,2%, у получавших нановермикулит в дозах 1,0; 0,6 и 0,2% – на 7,2; 5,1 и 5,4% соответственно.

Увеличение содержания белка и жира в опытных образцах говядины обусловило повышение калорийности мяса на 1,1-3,4% в сравнении с контрольными аналогами. При этом сравнительно более калорийным было мясо быков, получавших в рационе 1,0% наноструктурного вермикулита, менее – мясо быков, получавших вермикулит в дозе 1,0%.

При исследовании мышечной ткани тазобедренного отруба установлено, что содержание влаги в мясе опытных быков снизилось на 0,6-1,9%. Содержание минеральных веществ имело тенденцию к увеличению на 3,7-9,0% с наибольшими показателями у быков, получавших 1,0% наноструктурного вермикулита и наименьшими показателями в мясе быков, получавших 1,0% вермикулита. Отмечали незначительное увеличение содержания белка в мясе опытных быков: получавших вермикулит – на 1,4%, получавших наноструктурный вермикулит – на

4,3 (III); 2,9 (IV) и 1,9 (V) % в сравнении с контрольными аналогами. Содержание жира увеличилось в мясе быков, получавших вермикулит на 3,2%, разные дозы наноструктурного вермикулита – на 6,0-8,3%, с наибольшим значением у получавших 1,0% наноструктурного вермикулита. Соответственно отмечали некоторое повышение калорийности говядины в опытных образцах мяса на – 1,1-2,0%.

При сравнительном анализе установлено, что мясо спинного отруба по химическому составу и калорийности имело лучшие показатели по содержанию минеральных веществ, белка и жира в сравнении с мясом тазобедренного отруба.

В целом установлено, что длительное введение в рацион быков минеральных кормовых добавок вермикулит и разных доз наноструктурного вермикулита обусловило снижение влаги в мясе, увеличение минеральных веществ, белка, жира, способствовало повышению калорийности говядины. Сравнительно лучшие результаты качественного состава мяса быков были достигнуты при введении в рацион наноструктурного вермикулита, наименьшая доза которого была более эффективна в сравнении с добавкой вермикулита.

4.2.6 Физико-химические свойства мяса

Исследования безопасности мяса говядины проводится согласно действующим государственным стандартам и нормативным документам СанПиНов, что является одним из основных факторов, определяющих здоровье нации [147].

Физико-химические показатели являются одними из важных показателей оценки свежести мяса. Определение их производится с целью обнаружения в мясе

промежуточных продуктов распада белков и жира, которые можно обнаружить до проявления органолептических изменений в мясе [99, 146, 177].

При жизни животного величина рН мышц колеблется около 7,2, через один час после убоя животного эта величина падает до 6,2-6,3, а через 24 часа снижается до 5,5-5,8 [13, 57].

Измеренная через 24 часа после убоя величина рН мясного экстракта, полученного из фарша образцов длиннейшей мышцы спины и полусухожильной мышцы опытных быков, была в пределах нормативных границ для свежей говядины и значительно не отличалась от контрольных значений (Таблица 14).

Таблица 14 – Физико-химические показатели говядины

Показатели	Группа (n=5)				
	I контрольная	II ОР + 1,0% вермикулит	III ОР + 1,0% НВ	IV ОР + 0,6% НВ	V ОР + 0,2% НВ
рН	5,69±0,06	5,76±0,02	5,74±0,01	5,78±0,02*	5,71±0,03
Летучие жирные кислоты, мг КОН	3,60±0,54	3,57±0,19	3,42±0,34	3,35±0,27	3,48±0,38
Реакция с 5% раствором CuSO ₄	отрицательная, экстракт прозрачный				
Реакция на пероксидазу	положительная				
Соли кадмия, мг/кг	0,03±0,01	0,02±0,01	0,01±0,01*	0,01±0,01	0,02±0,01
	<i>допустимое количество солей кадмия по СанПиНу – 0,05 мг/кг</i>				
Соли свинца, мг/кг	0,14±0,01	0,12±0,01	0,10±0,02*	0,11±0,02	0,12±0,01
	<i>допустимое количество солей свинца по СанПиНу – 0,5 мг/кг</i>				

* P<0,05

В образцах мяса контрольных быков величина рН была 5,69±0,06, у получавших вермикулит – 5,76±0,02, у получавших разные дозы колебалось в пределах от 5,71±0,03 до 5,78±0,03 (P<0,05). Полученные значения концентрации

ионов водорода свидетельствовали о том, что в мясном сырье, полученном как от опытных, так и от контрольной групп, проходили нормальные процессы созревания мяса, характеризующие первую стадию гликогенолиза (созревания мяса) при холодильном хранении. Согласно полученным данным предполагаем, что наноструктурный вермикулит, введенный в кормление быков, не оказывал негативного воздействия на автолитические процессы, протекающие в мясе после убоя животных.

На сегодняшний день определение количества летучих жирных кислот, накопившихся в исследуемом мясе, и определение содержания продуктов первичного распада белков в бульоне, полученного от исследуемого мяса, являются единственными стандартными физико-химическими методами определения свежести мяса [140]. Согласно национальному стандарту РФ свежим мясо признается в случае, если количество летучих жирных кислот в нем не превышает 4 мг гидроокиси калия на 100 г мяса, и в случае добавления сернокислой меди, бульон остается прозрачным, что говорит об отсутствии продуктов первичного распада белков. В мясе сомнительной свежести количество летучих жирных кислот колеблется в пределах 4,1-9,0 мг КОН, в несвежем мясе – 9,1 и выше мг КОН [5, 143]. Проведенный количественный химический анализ показал, что в мясе быков от опытных групп количество летучих жирных кислот варьировало от $3,35 \pm 0,27$ до $3,57 \pm 0,19$ мг КОН на 100 г мяса и мясе контрольных животных – $3,60 \pm 0,54$ мг КОН, что не превышало допустимого уровня для свежего мяса. Существенной разницы между показателями контрольной и опытных групп не отмечали.

Реакция с 5,0% раствором сернокислой меди была отрицательной во всех образцах мяса контрольной и опытных групп. Качественным химическим анализом установлено отсутствие продуктов первичного распада белков, что свидетельствовало о свежести и доброкачественности говядины, как и должно, быть по истечению первых суток после убоя.

Общеизвестно, что фермент пероксидаза (окислительно-восстановительный

фермент здоровых тканей) в мясе, полученном от здоровых животных, высокоактивен. При исследовании говядины от опытных быков установлено, что реакция на пероксидазу была положительной, что характеризовало образцы мяса, как полученные от здоровых животных. Пероксидаза проявляла высокую активность, как в контрольных, так и опытных образцах говядины.

Тяжёлые металлы и их соединения могут оказывать вредное воздействие на организм человека, способны накапливаться в тканях, вызывая ряд заболеваний. Не имеющие полезной роли в биологических процессах металлы, такие как свинец, определяются как токсичные металлы [154]. Содержание солей кадмия и свинца в мясе быков контрольной и опытных групп находилось в пределах $0,01 \pm 0,01$ - $0,03 \pm 0,01$ и $0,10 \pm 0,02$ - $0,14 \pm 0,01$ мг/кг, соответственно, что было существенно ниже нормативных значений, регламентированных СанПиН 2.3.2.1078-01.

Сравнительным анализом показателей установлено, что в опытных образцах говядины количество тяжелых металлов было меньше контрольных аналогов в 1,5-3,0 раза по кадмию ($P < 0,05$) и в 1,2-1,4 раза по свинцу ($P < 0,05$), что по нашему мнению, обусловлено высокими сорбционными свойствами вермикулита и наноструктурного вермикулита.

Проведенные исследования физико-химических показателей говядины и полученные данные показывают, что введение в рацион быков наноструктурного вермикулита не оказывало отрицательного воздействия на качество мяса. Мясо опытных быков было сопоставимо с контрольными аналогами, соответствовало нормативным требованиям, что явилось основанием для его реализации без ограничений.

4.2.7 Микробиологические исследования мяса быков

Охлажденная говядина, полученная от здорового животного, забитого 24 часа назад, имеет кислую реакцию ($\text{pH}_{24} = 5,5-5,8$), покрыто снаружи сухой корочкой подсыхания, которая препятствует размножению микроорганизмов на поверхности туши. Кислая среда мышц действует бактериостатически, а мышечная плазма обладает бактерицидными свойствами. Эти факторы препятствуют развитию в мясе гнилостных микробов [57, 102, 167].

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) (Таблица 15).

Показатели количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) в образцах мяса 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.

Проведены бактериоскопические исследования мазков-отпечатков мяса на наличие микробных клеток в поле зрения. Наблюдалось отсутствие следов распада мышечной ткани и единичные кокки в мазках-отпечатках контрольных и опытных образцов мяса – $1,30 \pm 0,04 - 1,60 \pm 0,02$. Полученные результаты свидетельствовали о свежести мяса контрольных и опытных быков.

Таблица 15 – Показатели микробиологических исследований мяса

Показатели	Норм. значения	Группа (n=5)				
		I контрольная	II ОР + 1,0% вермикулит	III ОР + 1,0% НВ	IV ОР + 0,6% НВ	V ОР + 0,2% НВ
КМАФАнМ, КОЕ/г	не более 1×10^4 , КОЕ/г	$1,62 \times 10^3$	$1,53 \times 10^3$	$1,46 \times 10^3$	$1,50 \times 10^3$	$1,55 \times 10^3$
Патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы, в 25 г каждой пробы	в 25 г каждой пробы не допускается	не выделены				
<i>Listeria monocytogenes</i> , в 25 г каждой пробы	в 25 г каждой пробы не допускается	не выделены				
Бактерии группы кишечной палочки (БГКП) в 0,01 г каждой пробы	в 0,01 г не допускается	не выделены				
Бактериоскопия мазков-отпечатков	не более 10 микроб. клеток в поле зрения	$1,60 \pm 0,02$	$1,40 \pm 0,01$	$1,30 \pm 0,04^*$	$1,50 \pm 0,02$	$1,40 \pm 0,04$

* $P < 0,05$

Мясо быков, получавших к основному рациону добавки наноструктурного вермикулита, по результатам бактериологических и микроскопических исследований не отличалось от контрольных аналогов, и соответствовало нормативным требованиям биологической безопасности СанПиН 2.3.2.1078-01.

Таким образом, результаты ветеринарно-санитарной экспертизы говядины показали, что мясо бычков, которым вводили в составе рациона вермикулит и разные дозы наноструктурного вермикулита по органолептическим, физико-химическим и бактериологическим показателям, соответствуют требованиям ГОСТов для свежего, доброкачественного мяса и рекомендовано для реализации на общих основаниях.

4.2.8 Функционально-технологические свойства мяса

Под функционально-технологическими свойствами (ФТС) понимают совокупность показателей, характеризующих уровни эмульгирующей, водосвязывающей, жиро- и водопоглощающей и гелеобразующей способностей, структурно-механические свойства (липкость, вязкость, пластичность и т.д.), сенсорные характеристики (цвет, вкус, запах), величину выхода и потерь при термообработке сырья и мясных систем [180].

Функционально-технологические свойства являются приоритетными при определении степени приемлемости мяса для производства мясных продуктов. Определение функционально-технологических свойств позволяет рационально использовать мясное сырье, прогнозировать и направленно регулировать качественные характеристики готовых продуктов [143].

Изучали влияние кормовой добавки наноструктурного вермикулита в разных дозах на функционально-технологические свойства мяса быков.

Влагосодержание – это количество влаги в материале, отнесенное к единице веса его сухого вещества. Общеизвестно, что существует взаимосвязь (хотя и далеко не совершенная) между влагосодержанием пищевых продуктов и их сохранностью (или порчей). Поэтому основным методом удлинения сроков хранения пищевых продуктов всегда было уменьшение содержания влаги путем концентрирования или дегидратации [117]. Установлено, что в мясе быков, получавших в кормлении минеральные кормовые добавки, содержание влаги было сравнительно ниже контрольных аналогов (рис. 5).

В образцах мяса быков контрольной группы влагосодержание составило 74,8-75,1%. В бедренной и спинной группе мышц у быков III, IV и V опытных групп, получавших к ОР разные дозы наноструктурного вермикулита, содержание влаги было ниже контрольных показателей и было 73,1-74,0%.

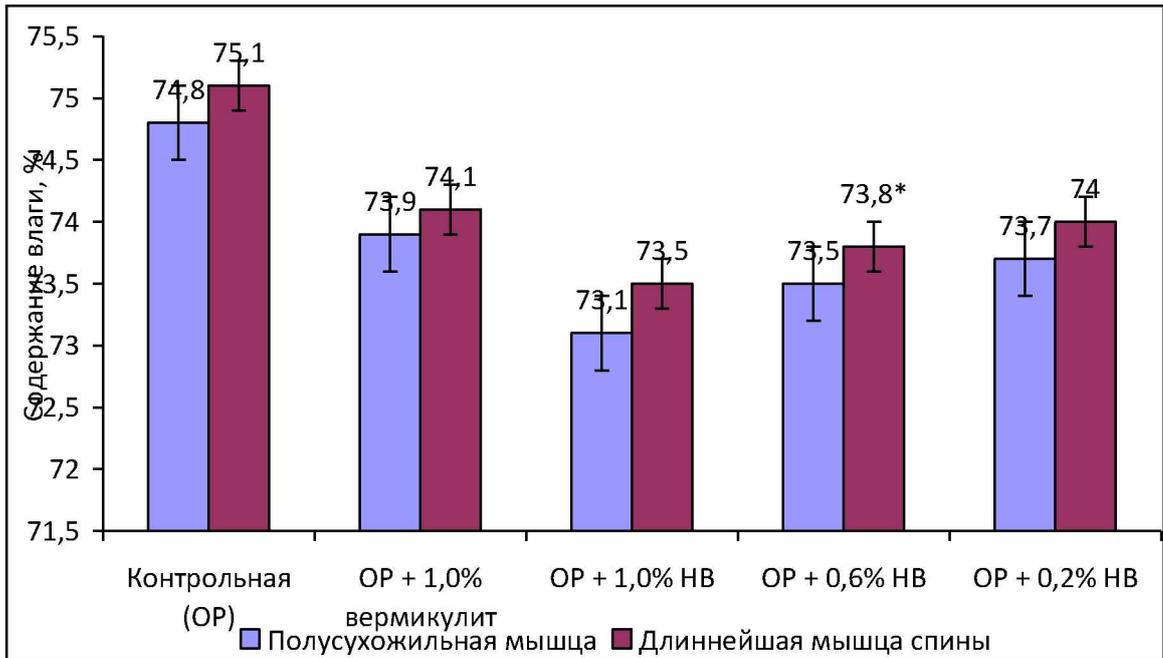


Рисунок 5 – Содержание влаги в полусухожильной мышце и длиннейшей мышце спины быков, получавших в рационе вермикулит и наноструктурный вермикулит

У быков, получавших вермикулит, в этих же мышечных группах, содержание влаги было 73,9-74,1%. Наименьшее влагосодержание в мясе отмечали у быков, получавших наноструктурный вермикулит в дозе 1,0%. Говядина от быков, получавших в рационе вермикулит, по показателю влажности была сопоставима с таковой быков, получавших 0,2% наноструктурного вермикулита к ОР. Наблюдали дозозависимый характер содержания влаги в мясном сырье: при использовании наибольшей дозы наноструктурного вермикулита с большей интенсивностью уменьшалась влажность мяса.

Изучали влияние наноструктурного вермикулита на влагосвязывающую способность мяса (ВСС), которая отражает количество влаги, удерживаемое мясным сырьем за счет различных форм связи влаги, выраженное в процентах к его исходной массе [180]. Введение в рацион животных минеральных кормовых добавок способствовало увеличению влагосвязывающей способности мясного сырья, в сравнении с контрольными аналогами. Установлено, что в мясе опытных

быков увеличивалась массовая доля связанной влаги, при этом наибольшее ее количество отмечали в образцах говядины от быков, получавших в рационе наноструктурный вермикулит – 68,2-70,1%. Несколько ниже был показатель в мясе быков, получавших кормовую добавку вермикулит – 63,9-67,3% (Таблица 16).

Таблица 16 – Массовая доля связанной влаги в мясе быков, получавших в рационе наноструктурный вермикулит

Показатели	Группа (n=5)				
	I контрольная	II ОР + 1,0% вермикулит	III ОР + 1,0% НВ	IV ОР + 0,6% НВ	V ОР + 0,2% НВ
<i>Длиннейшая мышца спины (Musculus longissimus dorsi)</i>					
Массовая доля связанной влаги, % к массе мяса	61,9±1,2	67,3±2,1	68,7±3,1	68,5±1,5	68,2±0,9
Массовая доля связанной влаги, % к общей влаге	83,3±2,3	89,2±4,3	95,9±3,7	95,6±1,5*	91,3±4,3
<i>Полусухожильная мышца (musculus semitendinosus)</i>					
Массовая доля связанной влаги, % к массе мяса	60,7±3,4	63,9±5,2	70,1±4,7*	69,6±1,8	68,5±2,9
Массовая доля связанной влаги, % к общей влаге	79,3±3,5	81,6±7,4	96,8±3,2*	96,4±4,2*	95,7±5,6

* P<0,05

Отмечали, что массовая доля связанной влаги к массе мяса изменялась пропорционально с общей влагой: при увеличении общей влаги мяса происходило доленое увеличение связанной влаги. Влагосвязывающая способность говядины различалась в зависимости от групп мышечной ткани. В полусухожильной мышце массовая доля связанной влаги была 68,5-70,1% и была несколько больше, чем в длиннейшей мышце спины – 68,2-68,7%.

При термической обработке мяса в результате физических, коллоидных и химических изменений часть связанной воды теряется, а в мышечной ткани

остается удержанная влага, которая характеризует влагоудерживающую способность мяса. Влагоудерживающая способность – это разность между содержанием влаги в сырье и количеством влаги, отделившейся в процессе термической обработки [23].

Установлено, что в опытных образцах мяса влагоудерживающая способность была больше, и составила 37,4-40,2% при контрольных значениях 35,2-35,4% (Таблица 17).

Таблица 17 – Влагоудерживающая способность мяса быков, получавших в рационе наноструктурный вермикулит

Показатели	Группа (n=5)				
	I контрольная	II ОР + 1,0% вермикулит	III ОР + 1,0% НВ	IV ОР + 0,6% НВ	V ОР + 0,2% НВ
Длиннейшая мышца спины	35,4±1,3	37,4±1,4	40,1±0,9*	39,1±1,1	38,8±1,7
Полусухожильная мышца	35,2±1,2	37,8±1,5	40,2±1,4*	39,3±1,3	38,9±1,1

В пробах мяса от быков, получавших наноструктурный вермикулит, показатель удержания влаги был существенно выше контрольных аналогов (38,8-40,2%) и аналогов, получавших вермикулит – 37,4-37,8%. Повышение влагоудерживающих способностей мяса у опытных быков, получавших вермикулит, как в виде макро-, так и нано- дисперсий, объясняется, по нашему мнению, алиментарным увеличением содержания минеральных веществ в организме, образованием их стойких соединений с молекулами воды в составе белков, жиров, углеводов, ферментов и т.д. В бедренной группе мышц опытных быков влагоудерживающая способность проявлялась более выражено в сравнении с длиннейшей мышцей спины этих же животных.

Особую важность для говядины имеют пигменты, которые формируют ее специфический цвет. Пигмент – это красящее вещество в организме, придающее цветность органам и тканям, а значит и мясу, что имеет важное значение для

визуального восприятия мяса и продукции [23]. Цвет мяса определяется содержанием и превращениями в мышечной ткани гемоглобина и миоглобина, которые являются сложными белками, состоящими из белкового глобина и небелковой части – гема. Гем представлен атомом железа и четырьмя гетероциклическими пиррольными кольцами. Именно атом железа формирует различные оттенки цвета мяса, так как он может окисляться и отдавать один электрон. В результате чего возможно образование трех форм миоглобина: миоглобин, оксимиоглобин и метмиоглобин. Оксимиоглобин придает мясу светло-красный цвет, метмиоглобин – коричнево-серый. При взаимодействии миоглобина с сероводородом в присутствии кислорода образуется сульфомиоглобин – пигмент зеленого цвета, который возникает в испорченном мясе. Поэтому цветовую характеристику мяса возможно использовать не только для оценки его качества, но и для определения свежести. Цветность мяса может существенно изменяться под влиянием микрофлоры, теплового воздействия, посола, света и других факторов [23, 36, 180].

Изучали суммарное содержание пигментов (гемоглобина и миоглобина) в мясе быков, получавших в рационе наноструктурный вермикулит (Таблица 18).

Таблица 18 – Суммарное содержание пигментов в мясе быков

Показатели	Группа (n=5)				
	I контрольная	II ОР + 1,0% вермикулит	III ОР + 1,0% НВ	IV ОР + 0,6% НВ	V ОР + 0,2% НВ
Длиннейшая мышца спины	10,089±0,002	10,081±0,001	10,088±0,002	10,085±0,003	10,081±0,001
Полусухожилъная мышца	10,078±0,001	10,079±0,003	10,081±0,002	10,080±0,001	10,079±0,002

Суммарное содержание пигментов в мышечных тканях контрольных и опытных быков было в пределах 10,078-10,089, существенно не различалось и не имело достоверности. Отмечали тенденцию большего содержания пигментов в длиннейшей мышце спины – 10,081-10,089, в сравнении с содержанием их в

полусухожильной мышце – 10,078-10,081.

Таким образом, введение наноструктурного вермикулита в разных дозах в рацион быков на откорме способствовало улучшению функционально-технологических свойств мяса. Установлено с дозозависимым характером уменьшение содержания влаги в мясе, увеличение влагосвязывающих свойств и влагоудерживающей способности. Суммарное количество пигментов мяса существенно не изменялось. Достигнутые характеристики сделали мясо опытных животных более привлекательным для применения в изготовлении и длительном хранении мясопродуктов.

4.3 Экономическая эффективность использования кормовой добавки наноструктурного вермикулита при выращивании быков

Перед животноводством одной из основных задач стоит повышение количественной (живая масса, убойный выход и т.д.) и качественной (состав туши по отрубам, химический состав, соотношение тканей, калорийность и др.) составляющих продуктивности животных. Как и в любой экономической деятельности, так и в животноводческой отрасли нужно всегда просчитывать экономическую целесообразность любых дополнительных вложений. Так как вложение любых дополнительных средств должно окупаться либо качественно, либо количественно [118].

Экономическую эффективность от применения кормовых добавок вермикулита и наноструктурного вермикулита в кормлении быкам на откорме рассчитывали по показателям количества израсходованных кормовых добавок за весь период опыта, количества дополнительно полученной мясной продукции

(прирост живой массы), стоимости 1 кг кормовых добавок и цене реализации 1 кг мяса хозяйством за 2015 год, по формуле:

$$\mathcal{E} = \frac{\text{ЦМ} * \text{КМ}}{\text{ЦВ (ЦН)} * \text{КВ (КН)}},$$

где: \mathcal{E} – экономическая эффективность;

ЦМ – цена 1,0 кг мяса;

КМ – количество кг дополнительной мясной продукции;

ЦВ (ЦН) – цена 1,0 кг израсходованного вермикулита и наноструктурного вермикулита;

КВ (КН) – количество кг израсходованного вермикулита и наноструктурного вермикулита;

На сентябрь 2015 года средняя цена реализации хозяйством 1 кг говядины (ЦМ) составляла 100 рублей. Стоимость 1 кг кормовой добавки (ЦВ) вермикулита (лабораторный образец) была 85,3 рублей, наноструктурного вермикулита (ЦН) (лабораторный образец) – 275,0 рублей.

Каждая группа животных состояла из 25 быков. Количество дополнительно полученной мясной продукции от группы быков, в рацион которых включали вермикулит, составило – 11,5 кг, наноструктурный вермикулит 1,0% – 16,6кг; наноструктурный вермикулит 0,6% - 25,1кг; наноструктурный вермикулит 0,2% – 21,5кг.

Количество израсходованных за весь период опыта кормовых добавок составило: вермикулит – 6,75 кг; наноструктурный вермикулит 1,0%, - 6,75 кг; наноструктурный вермикулит 0,6% - 4,05 кг; наноструктурный вермикулит 0,2% - 1,35 кг.

Стоимость кормовых добавок ЦВ (ЦН), вводимых в рацион быков за весь период проводимого опыта, составила 85,3 рублей для вермикулита и 275,0 рублей для наноструктурного вермикулита.

Показатели экономической эффективности представлены в таблице 20.

Таблица 19 – Экономический эффект, руб. на 1 рубль затрат применения кормовых добавок вермикулита и наноструктурного вермикулита

Показатели	Группы (n=25)			
	II ОР + 1,0% вермикулит	III ОР + 1,0% НВ	IV ОР + 0,6% НВ	V ОР + 0,2% НВ
Количество дополнительно полученной мясной продукции, кг	11,50	16,60	25,10	21,50
Количество израсходованной кормовой добавки, кг	6,75	6,75	4,05	1,35
Реализационная цена 1 кг мяса, руб.	100,00	100,00	100,00	100,00
Стоимость 1 кг кормовой добавки, руб.	85,30	275,00	275,00	275,00
Стоимость дополнительно полученной продукции, руб.	1150,00	1660,00	2510,00	2150,00
Экономический эффект, руб. на 1 рубль затрат, руб.	1,99	0,89	2,25	5,79

Стоимость дополнительно полученной продукции с применением кормовой добавки вермикулит составила 1150,00 рублей; наноструктурный вермикулит 1,0% - 1660,00 рублей, наноструктурный вермикулит 0,6% - 2510,00 рублей, наноструктурный вермикулит 0,2% - 2150,00 рублей.

Таким образом, экономический эффект от применения кормовой добавки вермикулит получился 1,99 рублей на 1 рубль затрат, наноструктурный вермикулит 1,0% - 0,89 рублей, наноструктурный вермикулит 0,6% - 2,25 рублей и наноструктурный вермикулит 0,2% - 5,79 рублей.

Наибольший экономический эффект получили в группе, которая дополнительно к основному рациону получала наноструктурный вермикулит в дозе 0,2% к сухому веществу рациона.

5 ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Одним из путей повышения продуктивности сельскохозяйственных животных и улучшения качества их продукции является применение в их кормлении кормовых добавок широкого спектра действия. Дополнительное ведение в рационы добавок различной природы позволяет полнее реализовать генетический потенциал животных по приросту живой массы и повышает качество и функциональность получаемой продукции животноводства [88, 107].

На современном этапе, с учетом экономического развития страны и экологического состояния окружающей среды, в агропромышленном комплексе все активнее осваиваются и применяются в производстве природные агроминералы. Российская Федерация богата месторождениями бентонитов, цеолитов, сапропелей, вермикулитов, глауконитов, диатомитов, фосфоритов и других видов нерудного сырья [182, 183].

Одним из уникальных агроминералов в этом ряду является вермикулит, специфическая особенность которого проявляется в высоких ионообменных, каталитических свойствах и большой сорбционной емкости. Вермикулит – это природный минерал из группы гидрослюд, структура которого состоит из перемежающихся слюдяных листов, разделенных между собой двойными слоями воды [130]. Химическая формула вермикулита представлена $(Mg, Fe_{2+}, Fe_{3+})[(SiAl)_4O_{10}][OH]_2 \cdot 4H_2O$ [60].

Наличие активного щелочноземельного обменного комплекса, широкий спектр биодоступных макро- и микроэлементов, природное происхождение и низкая себестоимость открытой добычи создают возможность эффективного применения вермикулита в животноводстве [148].

В работах многих исследователей сообщается, что вермикулит является природным биологически активным минералом, который способствует

увеличению продуктивности сельскохозяйственных животных, повышению естественной резистентности, оптимизации минерального обмена веществ, снижает в организме токсичный фон, обусловленный экзо- и эндотоксинами, что способствует улучшению состояния здоровья животных, а значит и повышению качества их продукции. В работе Абдигалиевой Т.Б. (2015) показано, что включение вермикулита в рацион кур яичного направления продуктивности положительно влияло на иммунобиологическую реактивность, белковый и минеральный обмены, продуктивность и сохранность поголовья. Применение вермикулита оказало выраженный эффект на физические параметры яиц: увеличилась толщина скорлупы на 10,0%, повысилась масса яйца на 2,5% и его плотность на 11,3%. Природный вермикулит, проявляя сорбционные свойства, способствовал исключению накопления тяжелых металлов и мышьяка в продуктах убоя птицы.

Введение в рацион поросят вермикулита в количестве 3,0% от основного корма положительно влияло на физиологическое состояние. Авторы показывают, что уровень гемоглобина у поросят повысился на 8,0%, и улучшился химический и минеральный состав мяса [75].

Молочная продуктивность коров, в рацион которых был добавлен вермикулит в количестве 3,5 % от концентратов, была выше, и отличалась от продуктивности контрольных животных на 351 кг молока за 305 дней лактации на корову. Применение вермикулита привело к снижению затрат корма на производство единицы продукции и к увеличению рентабельности на 10,7% [130].

В последние годы мировой и Российский фармакологический рынок пополнился высокоэффективными препаратами и средствами нового поколения, полученными с применением передовых методов нанотехнологий. Препараты, содержащие наноразмерные структуры и частицы, обладают направленностью и высокой активностью действия в организме животных и человека. Среди средств нового поколения в животноводческие производства внедряются препараты на основе наноразмерных и наноструктурных агроминералов.

Применение кормовой добавки наноразмерный бентонит при выращивании

цыплят-бройлеров повысило их продуктивность на 13,3-26,6%, улучшило качество мяса по содержанию минеральных веществ на 5,6-12,7%, снизило содержание солей кадмия и свинца на 31,6-66,7%, в сравнении с контрольными. Применение наноструктурного бентонита в кормлении лактирующих коров обусловило снижение токсикантов в молоке на 40-60% [106, 116].

Введение в рацион уток наноструктурного фосфорита повысило живую массу на 7,8-34,6 и массу туши на 10,1-38,7%. Получена функциональная продукция птицеводства с высоким содержанием биодоступного фосфора в мясе и субпродуктах [28].

Основной целью работы стало изучение продуктивности и качества говядины от быков на откорме, выращенных с введением в рацион кормления наноструктурного вермикулита.

Наноструктурный вермикулит был получен с применением метода ультразвукового диспергирования, вспученного (термо-, механо-активированного) вермикулита. При исследовании структуры вермикулита установлено, что он представлен соединенными между собой конгломератами, размером до 0,8 мкм, образующими сегментированную гармошкообразную вермишель. Строение наноструктурного вермикулита представлено отдельными частицами размером 50,0-160,0 нм, которые имели округло-овальную форму и располагались разрозненно друг от друга. До 80,0% частиц наноструктурного вермикулита имели размер 50,0-70,0 нм. Сравнительным анализом АСМ-изображений установлено, что строение наноструктурного вермикулита существенно отличалось от такового вермикулита по количеству, размеру, форме частиц и их расположению.

Изменение структуры наноструктурного вермикулита дало основание предположить получение нового вещества. Дробление конгломератов до частиц нанометрового диапазона, изменение их формы и размеров, наличие свободных активных химических соединений обусловило повышение поверхностной энергии частиц и изменение, усиление известных эффектов вещества. По сообщениям ряда авторов наночастицы обладают цитотоксичностью, что зависит от формы частиц: наночастицы дендрической и веретенообразной форм более токсичны, чем

частицы округлой или сферической формы [225, 262]. Согласно полученным нами результатам – частицы наноструктурного вермикулита обладали округло-овальной формой, на основании чего можно прогнозировать отсутствие биотоксичных свойств.

Для установления возможности использования наноструктурного вермикулита в качестве кормовой добавки животным, провели токсикологические исследования с определением его потенциальных путей введения и безопасных доз применения.

Безопасным и оптимальным способом поступления наноструктурного вермикулита в организм животных установлен оральный способ. При внутримышечной, подкожной, внутрибрюшной инъекциях наблюдали не рассасывание препарата в местах введения и воспаление окружающих тканей.

В организме животных наноструктурный вермикулит не обладал острой оральной токсичностью, имел слабовыраженные кумулятивные свойства. При однократном его введении безопасными дозами стали 0,2 и 0,6 г/кг живой массы, токсичной с проявление клинических признаков интоксикации – 2,0 г/кг, летальной – 3,0 г/кг живой массы и более..

При многократном поступлении наноструктурного вермикулита в организм животных он проявляет слабовыраженные кумулятивные свойства. Первые клинические признаки интоксикации появляются на 12 сутки, при суточной дозе 0,67 и суммарной дозе 5,68 г/кг живой массы. Гибель животных регистрируется на 22 и 24 сутки при суточной дозе 2,28 и суммарной дозе 24,9 г/кг.

Аппликация наноструктурного вермикулита в разных количествах на кожу кроликов не вызывала кожно-раздражающего действия и гибели животных.

Согласно ГОСТу 12.1.007.76 по степени опасности наноструктурный вермикулит отнесен к 4 классу химических веществ, по гигиенической классификации – к малотоксичным соединениям.

В научно-производственных опытах на быках в возрасте 15 месяцев изучали влияние разных доз наноструктурного вермикулита на организм и качество говядины. В условиях ООО «Агрофирма АЮ» Арского района РТ сформировали

пять групп быков по принципу аналогов по возрасту и весу: I группа животных получала основной рацион (ОР) хозяйства и была контрольной, животные II опытной группы дополнительно к ОР получали вермикулит в количестве 1,0% к сухому веществу рациона, быки III, IV и V опытных групп к ОР получали наноструктурный вермикулит в количествах 1,0%, 0,6% и 0,2%, к рациону, соответственно. Продолжительность введения в рацион быков наноструктурного вермикулита составила 90 суток.

Отмечали увеличение живой массы опытных быков с первого месяца введения кормовой добавки. В возрасте 16 месяцев масса быков, получавших в кормлении наноструктурный вермикулит, была выше на 4,7-5,7%, чем у контрольных аналогов. У быков, получавших в рационе вермикулит, превышение было менее значительным и составило 2,7% к контролю. На 60-ые сутки опыта тенденция сохранилась: наноструктурный вермикулит – 6,2-7,1% и вермикулит – 3,3%, соответственно. К концу опытного периода живая масса быков, получавших в рационе наноструктурный вермикулит, увеличилась на 6,3-9,3%, вермикулит – 4,5%, в сравнении с контролем. Дополнительного прироста живой массы за опытный период достигнуто у быков, получавших вермикулит – 18,3 кг, получавших наноструктурный вермикулит – 23,0; 35,9 и 30,2 кг (III, IV и V), к приросту контрольных животных.

Установлено, что наноструктурный вермикулит проявил значительно большую эффективность ($P < 0,05$) в сравнении с вермикулитом. Наиболее эффективной стала доза 0,6% к сухому веществу рациона, при которой живая масса быков увеличилась на 9,3%, в сравнении с контрольными животными. Применение увеличенного количества наноструктурного вермикулита – в дозе 1,0% к рациону не способствовало бóльшему приросту живой массы быков. Предполагаем, что повышенное количество высокоактивных частиц наноструктурного вермикулита оказывали в желудочно-кишечном тракте абразивное действие, что не дало возможности полностью усвоиться питательным компонентам корма и наноструктурной добавки в организм быков. О подобном механизме разрушительного действия больших доз наноструктурного сапропеля

при контакте с органами желудочно-кишечного тракта сообщают авторы [66].

При введении в рацион быков наноструктурного вермикулита не отмечали гибели животных, сохранность поголовья в контрольной и опытных группах составляла 100%.

Кровь в организме животных является самой динамичной тканью, которая быстро реагирует на внешние и внутренние изменения. Исследование крови – одна из самых информативных процедур диагностики [135].

Введение в рацион быков минеральных добавок вермикулит и наноструктурный вермикулит обусловило достоверные изменения некоторых гематологических показателей уже к 60-ым суткам опыта. Содержание в составе вермикулита активное действующее оксида железа и усиление его эффекта наномодификацией обусловили увеличение содержания гемоглобина в крови быков IV и V опытных групп (0,6 и 0,2 % к ОР) на 9,0 и 8,4% ($P < 0,05$) соответственно. К концу опытного периода установлено, что наноструктурный вермикулит в рационе быков в дозах 1,0; 0,6 и 0,2% способствовал увеличению содержания гемоглобина на 7,3; 10,5 и 8,4% ($P < 0,05$) и количества эритроцитов на 6,4; 16,1 и 12,9% ($P < 0,05$) к контрольным значениям, соответственно. Применение вермикулита в дозе 1,0%, увеличило содержание гемоглобина на 3,1% и количества эритроцитов на 6,4% к контролю. Лейкоцитарный профиль крови при введении нановермикулита и вермикулита существенно не изменялся.

Длительное введение минеральной добавки в рацион животных обусловило увеличение содержания общего кальция на 14,18-15,54%, неорганического фосфора – на 7,52-9,68% и показателя резервной щелочности на 8,42-8,98% (соответственно III, IV и V) в сравнении с контролем. При этом в крови быков, получавших вермикулит, увеличение было не столь существенным: общего кальция на 9,0%, неорганического фосфора – на 6,5% и показателя резервной щелочности на – 3,7%, в сравнении с контролем. В динамике общего белка крови не установлено значительных изменений, содержание его у опытных животных носило тенденцию незначительного увеличения, однако существенно не отличалось от подобных показателей контроля и вермикулита.

Следует особенно отметить, что показатели крови опытных животных были в пределах физиологических границ нормы. Увеличение значений в крови опытных быков свидетельствует об усвояемости и востребованности биодоступных макро- и микроэлементов при росте и развитии молодняка крупного рогатого скота. Анализ полученных данных позволяет сделать вывод о том, что наноструктурный вермикулит усваивался более активно, в сравнении с вермикулитом и дополнительно использовался организмом, что косвенно доказывается увеличением живой массы опытных быков. Полученные данные сопоставимы с результатами исследований авторов, которые длительно вводили наноструктурные минеральные кормовые добавки в рацион сельскохозяйственных птиц и лактирующих коров для улучшения гематологических показателей, при этом отмечали повышение их живой массы и улучшение качества мяса и молока [28, 106, 116, 149].

Перед убоем упитанность быков оценивали по развитости мышечной массы и жировым отложениям. Более упитанными были быки, получавшие наноструктурный вермикулит в дозе 0,6 и 0,2% к рациону, они имели массу более 450 кг, и соответствовали категории «Экстра». По классности соответствовали классу «Б», подклассу 1 и имели округлые формы туловища, хорошо развитую мускулатуру, тазобедренная часть была широкая, ровная и округлая. Подкожные жировые отложения слегка прощупывались у основания хвоста и на седалищных буграх.

Быки, содержащиеся на основном рационе, и быки, получавшие в кормлении вермикулит и наноструктурный вермикулит в дозе 1,0%, соответствовали категории «Отличная» с живой массой не менее 400 кг. По классности быки соответствовали классу «Г», подклассу 1, характеризовались слегка округлой формой туловища с развитой мускулатурой, тазобедренная часть имела среднее развитие, были заметны впадины у основания хвоста. Подкожные жировые отложения были слабо развиты.

Предполагаем, что дополнительное введение биодоступных макро- и микроэлементов в кормление быков способствовало большей конверсии корма и

усвоению из наноструктурного вермикулита питательных веществ, необходимых для роста и развития мышечной ткани. При этом дозы 0,2 и 0,6% стали адекватными для усвоения в организме, доза 1,0% была явно высокой, при которой проявлялись абразивное действие добавки на слизистую желудочно-кишечного тракта, что обуславливало меньшее усвоение, и сравнительно меньший прирост живой массы.

При послеубойной ветеринарно-санитарной экспертизе туш и внутренних органов животных контрольной и опытных групп визуально патологических изменений не наблюдали. Введение в кормление быков вермикулита и особенно, наноструктурного вермикулита, не оказывали отрицательного действия на их организм и внутренние органы. Туши по внешнему виду были аналогичны между собой, степень обескровливания их была хорошей. Внутренние органы были пропорциональны по величине, имели специфическую для каждого органа окраску, без повреждений, кровоизлияний, налетов и новообразований.

Одним из основных показателей учета мясной продуктивности животных является убойный выход. Введение в рацион быков вермикулита обусловило повышение убойного выхода мяса на 0,6%, разных доз наноструктурного вермикулита – на 1,2-2,0%, что соответствовало 11,5 кг и 16,6-25,1 кг.

Туши от контрольных и опытных быков оценивали по категориям и классности. Наибольшая масса туш зарегистрирована у быков, получавших в рационе наноструктурный вермикулит, их показатель был больше контрольных аналогов на 7,5-11,4%, при этом наилучший результат достигнут при дозе 0,6% к сухому веществу рациона. Туши быков, получавших в рационе наноструктурный вермикулит в дозах 0,6 и 0,2% к рациону, имели массу $245,8 \pm 12,4$ и $242,2 \pm 11,8$ кг и соответствовали категории «Экстра» (не менее 240 кг). Несколько ниже была масса туш быков, получавших в кормлении вермикулит и наноструктурный вермикулит, составляла $232,2 \pm 9,4$ и $237,3 \pm 10,8$ кг и соответствовала категории «Отличная» (не менее 205,0 кг). К этой же категории относились туши контрольных животных с массой $220,7 \pm 11,3$ кг. Мясо опытных быков соответствовало 1 подклассу, и характеризовалось покрытием мышц, кроме лопаток и выпуклостей зада, слоем

жира 3-4 мм толщиной (категории «Экстра») и 4-5 мм толщиной (категории «Отличная») на спине в области 10-12-го ребер. На тушах все групп отмечали слабо выраженный жировой «полив» у основания хвоста и на верхней внутренней стороне бедер.

При органолептической оценке туш от опытных быков отмечали, что они визуально по внешнему виду, цвету поверхности туши, состоянию мышц на разрезе, консистенции, запаху, состоянию жира и сухожилий не имели отличий от контрольных. При проведении пробы варки мяса, бульоны опытных образцов были подобны контрольным аналогам, имели специфический запах свежей говядины, были прозрачными с расплзающимися по поверхности каплями желтоватого жира. При оценке говядины от опытных быков, оно признано доброкачественным в ветеринарно-санитарном отношении.

Показатели пищевой и энергетической ценностей мяса являются одними из основных критериев оценки его качества. Химический состав мяса животных изменяется с возрастом. С увеличением возраста в мышечной ткани уменьшается количество влаги и увеличивается содержание внутримышечного жира, белка и минеральных веществ, что повышает питательную ценность мяса [81, 89, 91].

Введение в рацион быков наноструктурного вермикулита в дозах 1,0; 0,6 и 0,2% способствовали снижению содержания влаги в длиннейшей мышце спины на 1,4-2,2% ($P \leq 0,05$), в полусухожильной мышце – на 0,9-1,9%, в сравнении с контрольными, при этом увеличение в мясе животных, получавших вермикулит, было более скромным и составило 1,3 и 0,6%, соответственно. Наименьшую влажность мяса отмечали при использовании нанодобавки в дозе 1,0% к рациону.

Минеральные вещества в организме обеспечивают построение опорных тканей скелета (кальций, фосфор, магний), поддержание необходимой осмотической среды клеток в крови, в которой протекают все обменные процессы (натрий, калий), образование пищеварительных соков (хлор), гормонов (йод, цинк, медь) и переносчиков кислорода в организме (железо, медь) [78]. Применение вермикулита в кормлении быков способствовало увеличению минеральных веществ в длиннейшей мышце спины на 4,5% и в полусухожильной мышце на

3,7%. Использование наноструктурного вермикулита в разных дозах обусловило увеличение на 7,0-9,0% и 4,5-9,0%, соответственно, в сравнении с контрольными показателями. Прослеживалась дозозависимая тенденция: зольность говядины от быков, получавших 1,0% наноструктурной добавки, была выше остальных вариантов опыта.

Оказывая местно-раздражающее действие на слизистую оболочку органов желудочно-кишечного тракта, минеральные кормовые добавки в оптимальных дозах, замедляют прохождение кормовых масс в кишечнике, и способствуют большему усвоению питательных компонентов корма. При исследовании мяса быков, получавших в рационе наноструктурный вермикулит, отмечали увеличение содержания белка: в длиннейшей мышце спины на 3,2-4,8% и в полусухожильной мышце на 1,9-4,3%, в сравнении с мясом контрольных животных. Применение в кормление быков вермикулита повысило содержание белка незначительно – на 3,8 и 1,4%, соответственно.

Присутствие жировой ткани придает высокую калорийность мясу, делает его нежным, сочным и ароматным. В мясе опытных быков, получавших наноструктурный вермикулит, установлено увеличение содержания жира в сравнении с контрольными аналогами: в длиннейшей мышце спины на 5,1-7,2%, полусухожильной мышце – на 6,0-8,3%, при показателях вермикулита – 4,2 и 3,2%. С учетом снижения влажности мяса от опытных быков, наши данные сопоставимы с исследованиями авторов, которые сообщают, что в мышечной ткани между содержанием жира и содержанием воды существует обратная пропорциональная зависимость: с увеличением жира снижается содержание воды и наоборот. Но в тоже время отмечено, что между ними отсутствует строгая линейная зависимость [78, 81]. Наибольшее снижение влаги и увеличения содержания жира наблюдали в длиннейшей мышце спины, в сравнении с полусухожильной, что, по нашему мнению, было обусловлено структурно-функциональными особенностями тканей различных мышечных групп.

Уменьшение влаги, увеличение содержания белка и жира в мясе быков, получавших вермикулит и наноструктурный вермикулит, обусловило повышение

калорийности говядины в сравнении с контрольными аналогами. При сравнительном анализе установлено, что мясо спинного отруба по пищевой и энергетической ценности в сравнении с мясом тазобедренной группы мышц имело лучшие показатели по содержанию минеральных веществ, белка и жира.

Определяющим условием для формирования биохимических свойств мяса и качества продуктов является уровень и характер развития автолитических процессов в животных тканях. Изменения, происходящие в послеубойный период в мышечной ткани, имеют важное практическое значение, оказывают существенное влияние на пищевую ценность мяса и его потери в процессе технологической обработки [180]. Известно, что кислая среда в мясе обусловлена образованием молочной кислоты из мышечного гликогена. Количество гликогена и количество образуемой из него молочной кислоты больше у здоровых и отдохнувших животных, чем у животных больных и уставших, подвергшихся стрессу. Поэтому по значению концентрации ионов водорода (рН) можно судить о физиологическом состоянии животного перед убоем [76, 133]. Величина рН мяса отражает автолитические изменения, протекающие в нем, и характеризует процесс созревания. По величине рН контролируют качество мясного сырья, т.к. от этого показателя напрямую зависят органолептические (цвет, консистенция, вкус и др.) и технологические (выход, продолжительность сроков хранения, влагоемкость и др.) характеристики мяса и способы дальнейшей переработки [61].

При исследовании мяса подопытных быков установлено, что рН опытной говядины находилось в допустимых пределах для свежего мяса и колебалось в мясе быков, получавших разные дозы наноструктурного вермикулита, в пределах от $5,71 \pm 0,03$ до $5,78 \pm 0,02$ ($P \leq 0,05$), вермикулит – $5,76 \pm 0,02$. Показатели контрольного мяса существенно не отличались и составили $5,69 \pm 0,06$. Мясо животных всех групп по этому показателю характеризовалось как доброкачественное.

Окислительно-восстановительный фермент здоровых тканей – пероксидаза, весьма активен в мясе, полученном от здоровых животных. В мясе, полученном от больных и убитых в агональном состоянии животных, активность его значительно

снижается. Поэтому при санитарной оценке качества мяса определение активности пероксидазы является показательным [13, 167]. Кроме этого необходимо учитывать, что активность пероксидазы, как и любого другого фермента, зависит от кислотности среды, но при этом между бензидиновой реакцией и рН среды полного соответствия не наблюдается [173]. В наших исследованиях мясо быков контрольной и опытных групп имело слабокислую среду и характеризовалось одинаково высокой активностью пероксидазы во всех образцах говядины.

Реакция с 5,0% раствором сернокислой меди была отрицательной во всех образцах мяса контрольной и опытных групп. Качественным химическим анализом установлено отсутствие продуктов первичного распада белков, что свидетельствовало о свежести и доброкачественности говядины, как и должно, быть по истечению первых суток после убоя. Согласно национальному стандарту РФ свежим мясо признается в случае, если количество летучих жирных кислот в нем не превышает 4 мг гидроокиси калия на 100 г мяса, и в случае добавления сернокислой меди, бульон остается прозрачным, что говорит об отсутствии продуктов первичного распада белков [5, 18, 23, 78, 101]. Количество летучих жирных кислот в контрольных образцах говядины было – $3,60 \pm 0,54$, опытных – $3,35 \pm 0,27$ – $3,57 \pm 0,19$ мг КОН, что соответствовало мясу свежего убоя и так же подтверждало доброкачественность мяса.

Одним из важных показателей качества мяса, регламентированного СанПиНом, является содержание в нем солей свинца и кадмия. Механизм токсического действия свинца в организме животных связан с проникновением его в нервные и мышечные клетки, образованием лактата свинца, затем фосфата свинца, которые создают клеточный барьер для проникновения ионов кальция. Токсическое действие кадмия выражается во взаимодействии с белками, ингибировании активности ферментов, содержащих цинк, кобальт, селен, а также нарушает обмен железа и кальция в организме [73, 74]. Научно-производственный опыт по применению наноструктурного вермикулита в составе рациона проводили на быках на откорме, которые содержались в регионе наименьшей степени техногенной нагрузки Республики Татарстан. Установлено, что содержание солей

кадмия ($0,03 \pm 0,01$ мг/кг) и свинца ($0,14 \pm 0,01$ мг/кг) в мясе не превышало нормативных требований – 0,05 мг/кг и 0,5 мг/кг, соответственно. Известно, что вермикулит в организме животных обладает высокоактивными сорбционными свойствами [34], которые проявились сорбированием токсикантов в организме опытных быков. Сравнительным анализом показателей говядины установлено, что в опытных образцах мяса содержание тяжелых металлов было меньше контрольных аналогов в 1,5-3,0 раза по кадмию ($P < 0,05$) и в 1,2-1,4 раза по свинцу ($P < 0,05$).

Мясо является ценным продуктом питания для человека, а также и благоприятной средой для жизнедеятельности микроорганизмов. Обсеменение мяса в количествах, выше установленных норм СанПиН 2.3.2.1078-01, может привести к различным пищевым отравлениям или порче мяса [104]. В этой связи наравне с органолептическими, физико-химическими показателями свежести и доброкачественности мяса проводятся исследования на микробиологические показатели, которые отражают степень распада мышечной ткани, количество микроорганизмов и характер бактериального загрязнения. Микробиологические показатели являются существенными характеристиками мяса, по которым можно судить о его свежести и доброкачественности и возможности реализации на общих основаниях [102].

Известно, что свежее доброкачественное мясо, полученное от здоровых животных, содержит единичное количество микробов – не более 10 микробных клеток в одном поле зрения микроскопа, или не обсеменено совсем. При бактериоскопии мышечной ткани опытных быков не наблюдали распад мышечной ткани. В образцах говядины, полученной с введением в рацион быков наноструктурного вермикулита, количество микробных клеток было от $1,30 \pm 0,04$ ($P < 0,05$) до $1,50 \pm 0,02$, и было меньше контрольных – $1,60 \pm 0,02$. Полученные результаты хорошо согласуется со снижением влажности в мясе быков, потреблявших наноструктурный вермикулит, и кислой средой здоровых тканей, что препятствует активной жизнедеятельности микроорганизмов. Показатели количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов

(КМАФАнМ) в контрольной и опытной говядине существенно не различались, находились в пределах $1,46 \times 10^3$ - $1,62 \times 10^3$ КОЕ/г и были ниже нормативного значения – 1×10^4 КОЕ/г. Патогенная микрофлора, в том числе микроорганизмы рода *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* в 25 г каждой пробы и бактерии группы кишечной палочки (БГКП) в 0,01 г каждой пробы не выделена при исследовании мяса от животных всех групп.

По совокупности ветеринарно-санитарных, органолептических, физико-химических и микроскопических показателей мяса, установлено, что введение в состав рациона быков в период откорма кормовых добавок вермикулит и разных доз наноструктурного вермикулита не оказывало отрицательного влияния на качество говядины. Улучшало его по снижению влажности, микробной обсемененности и повышало качество по питательной и биологической ценности за счет увеличения количества минеральных веществ, белка, жира и повышения калорийности.

Изучение функционально-технологических свойств мяса имеет практическое значение для рационального использования мясного сырья, прогнозирования и направленного регулирования качественных и санитарно-гигиенических характеристик готовых продуктов [23, 168].

В связи с чем, изучение влияния наноструктурного вермикулита на свойства мяса при его переработке представляло интерес. Существует взаимосвязь между влагосодержанием пищевых продуктов и их сохранностью. Основным методом удлинения сроков хранения мясопродуктов остается уменьшение содержания влаги [117]. При исследовании говядины установлено, что самое высокое содержание влаги было в мясе контрольных животных и составило в полусухожильной мышце $74,8 \pm 0,01\%$ и в длиннейшей мышце спины $75,1 \pm 0,02\%$. Введение наноструктурного вермикулита в кормление быков способствовало снижению влаги до $73,1$ - $74,0\%$, с более результативным значением в мясе быков, получавших наибольшее количество добавки – $1,0\%$ к рациону.

Введение в рацион животных минеральных кормовых добавок способствовало увеличению влагосвязывающих свойств мясного сырья. Элементы вермикулита в

процессе метаболизма в мышечной ткани животных, формируют стойкие соединения с белками, при этом образуются оксидные соединения и происходит связывание воды. Чем активнее связи, тем больше влаги удерживается в мясе, за счет чего происходит увеличение массы мясного изделий. В мышечной структуре присутствует свободная и связанная влаги. Для данного показателя более привлекательна связанная влага, которая и будет увеличивать массу мясного изделия. Установлено, что в мясе опытных быков массовая доля связанной влаги увеличилась, при этом наибольшие показатели отмечали в мясе быков, получавших в рационе разные дозы наноструктурного вермикулита – 68,2-70,1%. Несколько ниже был показатель в мясе быков, получавших кормовую добавку вермикулит – 63,9-67,3%, при контрольных значениях – 60,7-61,9%.

Следующим значимым показателем являлось влагоудержание мяса. В пробах мяса от быков, получавших наноструктурный вермикулит, показатель удержания влаги был существенно выше контрольных аналогов (38,8-40,2%) и аналогов, получавших вермикулит – 37,4-37,8%, при контрольных значениях 35,2-35,4%. Повышение влагоудерживающих способностей мяса у опытных быков, получавших вермикулит, как в виде макро-, так и нано- дисперсий, объясняется, по нашему мнению, алиментарным увеличением содержания минеральных веществ в организме, образованием их стойких соединений с молекулами воды в составе белков, жиров, углеводов, ферментов и т.д.

Суммарное количество пигментов мяса существенно не изменялось. Использование вермикулита и разных доз наноразмерного вермикулита в рационе быков на откорме сделали мясо животных по функционально-технологическим свойствам более привлекательным для применения в изготовлении и длительном хранении мясопродуктов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Наноструктурный вермикулит с размерами частиц 50,0-160,0 нм изготовлен ультразвуковым диспергированием термо-, механоактивированного вермикулита Красноярского края Российской Федерации. 80% частиц наноструктурного вермикулита имели округло-овальную форму с размер 50,0-70,0 нм. Единичные частицы, были червеобразной вытянутой формы, их размер достигал до 200,0 нм. Структура вермикулита представлена крупными ассоциатами до 0,8 мкм с сетчатой структурой, которые, объединяясь, образуют гармошкообразную систему.

2. Оптимальным способом поступления в организм белых мышей наноструктурного вермикулита является пероральный. При однократном внутрижелудочном введении безопасными дозами были 0,2 и 0,6 г/кг, токсичной – 2,0 г/кг, летальной – 3,0 г/кг живой массы и более. При многократном введении признаки интоксикации появлялись при суточной дозе 0,67 и суммарной дозе 5,68 г/кг живой массы. Гибель животных происходила при суточной дозе 2,28 и суммарной дозе 24,9 г/кг живой массы. Наноструктурный вермикулит не оказывал раздражающего действия на кожу кроликов. Согласно ГОСТу 12.1.007.76 по степени опасности наноструктурный вермикулит был отнесен к 4 классу химических веществ, по гигиенической классификации – к малотоксичным соединениям.

3. Наноструктурный вермикулит в количестве 0,2-1,0% к сухому веществу рациона не оказывал отрицательного воздействия на общее состояние быков на откорме, увеличивал их живую массу на 6,3-9,3% ($P < 0,05$), массу тушек – на 7,5-11,4 ($P < 0,05$) и убойный выход – на 1,2-2,0%. Введение наноструктурного вермикулита в рацион быков на откорме повышало содержание гемоглобина на 7,3-10,5% ($P < 0,05$), количество эритроцитов – на 6,4-16,1% ($P < 0,05$), общего кальция – на 14,2-16,3% ($P < 0,05$), неорганического фосфора – на 7,5-10,7% ($P < 0,05$) и резервной щелочности – на 8,4-13,5%, в сравнении с контролем, при этом

гематологические показатели не превышают физиологические границы.

4. Длительное введение наноструктурного вермикулита в рацион быков на откорме не оказывало отрицательного влияния на ветеринарно-санитарные характеристики продуктов убоя. По органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям мясо соответствовало требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01. Повышалась концентрация водородных ионов на 0,3-1,2% ($P < 0,05$), что характеризовало высокую активность процесса созревания мяса. Опытная говядина имела меньшую микробную обсемененность мезофильной аэробной и факультативно-анаэробной микрофлорой на 4,3-9,9% ($P < 0,05$), в сравнении с контрольными. Улучшение показателей качества говядины происходило за счет снижения в мясе количества кадмия в 1,5-3,0 ($P < 0,05$) и свинца в 1,2-1,4 раза ($P < 0,05$).

5. В мясе быков, получавших в кормлении наноструктурный вермикулит, повышалась пищевая ценность, в том числе и энергетическая ценность: увеличивалось в длиннейшей мышце спины содержание минеральных веществ – на 7,0-9,0% и жира – 5,1-7,2%, калорийность мяса повысилась на 1,1-3,4%. В полусухожильной мышце увеличилось содержание минеральных веществ – на 4,5-9,0%, белка – на 1,9-4,3% и жира – 6,0-8,3%, калорийность повысилась на – 1,1-2,0%, в сравнении с контрольными аналогами.

Наноструктурный вермикулит в дозах 0,2-1,0% к сухому веществу рациона быков на откорме способствовал улучшению функционально-технологических свойств мяса: снижалось содержание свободной влаги на 1,5-2,3%, увеличивалась влагосвязывающая способность – на 10,2-15,4% ($P < 0,05$) и влагоудерживающая способность – на 9,8-14,2% ($P < 0,05$).

6. Экономическая эффективность на 1 рубль дополнительных затрат составила в группе быков от применения кормовой добавки вермикулит – 1,99 руб.; получавших наноструктурный вермикулит в дозе 1,0% – 0,89 руб.; 0,6% – 2,25 руб. и 0,2% – 5,79 руб. Экономически целесообразным являлось применение наноструктурного вермикулита в дозе 0,2% к сухому веществу рациона.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Использовать предложенную схему исследований наноструктурного вермикулита при разработке наноструктурных кормовых добавок из других природных агроминералов при изучении их свойств, определении безопасных доз и сроков применения на различных видах сельскохозяйственных животных.

2. Рекомендуем использовать в рационах быков на откорме в качестве высокоэффективной минеральной кормовой добавки наноструктурный вермикулит в дозах 0,2 и 0,6% к сухому веществу рациона для повышения продуктивности быков, улучшения ветеринарно-санитарных и качественных показателей говядины.

Говядину, полученную с введением наноструктурного вермикулита в рацион быков на откорме, рекомендовано использовать в пищу без ограничений.

3. Для внедрения в животноводство разработаны «Приемы определения биологической безопасности наноструктурных агроминералов для использования их в кормлении сельскохозяйственных животных».

4. Материалы диссертации используются в учебном процессе и научно-исследовательской работе ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдигалиева, Т.Б. Перспективы применения кормовой добавки на основе отечественного вермикулита в птицеводстве / Т.Б. Абдигалиева, Н.Б. Сарсембаева, А.И. Усенбаев // Материалы Международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные научные исследования» (5 ноября 2015 г., г. Екатеринбург). / в 3 ч. Ч.3 - Уфа: Аэтерна, 2015. – С. 261 – 262.

2. Алексеева, Л.В. Влияние смеси нанопорошков кобальта и меди на биохимические показатели крови бычков герефордской породы / Л.В. Алексеева, О.А. Камынина // Материалы Международной научно-практической конференции «Интеграция науки и образования», Уфа, 13-14 июня 2014 г. Сборник статей. - Уфа: Рио омега сайнс, 2014. – 250 с.

3. Алешков, А.В. Нанотехнологии в пищевой промышленности: возможности и риски / А.В. Алешков // Вестник хабаровской государственной академии экономики и права. – 2011. - №3. – С. 135-148.

4. Антипова, Л.В. Анатомия и гистология сельскохозяйственных животных / Л.В. Антипова, В.С. Слободняк, С.М. Сулейманов.- М.: Колосс, 2005. - 384 с.

5. Антипова, Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов. - М.: КолосС, 2004. – 571 с.

6. Арзамасцев, Е.В. Методические рекомендации по изучению общетоксического действия фармакологических средств / Е.В. Арзамасцев [и др.] // Утверждены Управлением государственного контроля лекарственных средств и медицинской техники Минздрава России 29 декабря 1997 г. – М., 1997. – 15 с.

7. Аринжанов, А.Е. Перспективы использования наночастиц в животноводстве (Обзор) / А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Килякова // Вестник мясного скотоводства. – 2014. - №2(85). – С. 7-12.

8. Баковецкая, О.В. Модифицирующее влияние наночастиц металлов на репродуктивную функцию коров в послеродовый период / О.В. Баковецкая, А.А. Еремин, Р.М. Пилипенко // Ветеринария и кормление. – 2009. – №6. – С. 14-15.

9. Беркетова, Л.В. Применение нанотехнологии в пищевой промышленности / Л.В. Беркетова, Н.А. Безуглая // Наука в современном мире: теория и практика. – 2016. - №1(4). – С. 86-88.

10. Бикташев, Р.У. Влияние высокодисперсных цеолита, бентонита и вермикулитовой руды на усвоение цинка, меди, и марганца в организме крыс / Р.У. Бикташев, К.Х. Папуниди, С.Р. Буланкова // Мат. междунар. Науч.-практ.конф. «Актуальные проблемы современной ветеринарии», посвящ. 65-летию ветеринарной науки Кубани. - Краснодар 2011. - 4.1. - С. 120-122.

11. Богословский, О.А. Изучение безопасности введения наночастиц меди с различными физико-химическими характеристиками в организм животных / О.А. Богословский, Е.А. Сизова, В.С. Полякова и др // Вестник ОГУ. - 2009. - № 2. - С. 124-127.

12. Борисенко, Е.Я. Разведение сельскохозяйственных животных [Текст]: учебник / Е.Я Борисенко. – 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство «Колос», 1967. – 464 с.

13. Боровков, М. Ф. Ветеринарно-санитарная экспертиза с основами технологии и стандартизации продуктов животноводства [Текст]: учебник / М.Ф. Боровков, В.П. Фролов, С.А. Серко – СПб.: Издательство «Лань», 2007. - 448 с.

14. Бреславец, П.И. Влияние ультрадисперсного порошка железа на прирост живой массы и перевариваемость рациона свиньями / П.И. Бреславец, Г.С. Походня // Вестник курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. - №4(4). – С. 45-47.

15. Будкевич, Р.О. Безопасность использования наноразмерных частиц / Р.О. Будкевич, И.А. Евдокимов // Молочная промышленность. - 2010. - №1. - С. 46-49.

16. Будкевич, Р.О. Реакция Майяра как путь образования наночастиц / Р.О. Будкевич, С.А. Емельянов, А.Г. Храмцов // Молочная промышленность. - 2010. - №1. - С. 55-56.

17. Буланкова С.Р. Применение высокодисперсных минеральных сорбентов для профилактики отравлений животных токсичными элементами и Т-2 токсином: дис. ... канд. биол. наук: 06.02.03 / Буланкова Светлана Рафаэлевна. - Казань, 2012. - 121 с.

18. Бурова, Т.Е. Комплексное определение степени свежести мяса / Т.Е. Бурова; под ред. А.Л. Ишевского. – 2-е изд., испр. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2008. – 18 с.
19. Быкова, О.А. Аминокислотный состав белков молока коров на фоне применения сапропеля и сапроверма «Энергия Еткуля» / О.А. Быкова// Аграрный вестник Урала. – 2015. - № 2 (132). – С. 28-31.
20. Быкова, О.А. Влияние сапропеля и сапроверма Энергия Еткуля на биологическую и пищевую ценность говядины / О.А. Быкова// Известия оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. -№2(64). – С. 156-158.
21. Вдовина, Н.Н. Сапропель и сапроверм как стимуляторы физиологических процессов повышения молочной продуктивности коров / Н.Н. Вдовина // Вестник АПК Верхневолжья. – 2013. -№3(23). - С. 90-92.
22. Вебер Герберт. Наноразмерные компоненты в упаковочных материалах // Мясные технологии [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.meatbranch.com/publ/view/504.html> (Дата обращения: 26.06.2015).
23. Винникова Л.Г. Технология мяса и мясных продуктах. Учебник / Л.Г. Винникова. – Киев: фирма «ИНКОС», 2006. – 600 с.
24. Влагоудерживающая способность мяса. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://meat-and-spices.com/myaso/67-vlagouderzhivayushchaya-sposobnost-myasa> (Дата обращения: 12.11.2015)
25. Гайнуллина, М.К. Применение природных сорбентов в норководстве / М.К. Гайнуллина, И.Н. Василевский //Ученые записки КГАВМ, 2004. – Т.177. – С. 43-51.
26. Галиев, Д.М. Минеральные и сорбционные добавки в рационе цыплят-бройлеров / Д.М. Галиев // Аграрное образование и наука. - 2015. - №1. -С. 3-6.
27. Георгиевский, В.И. Минеральное питание животных. / В.И. Георгиевский, Б.Н. Анненков, В.Т. Самохин. – М.: Колос, 1979. - 471 с.
28. Герасимов, А.П. Санитарно-гигиеническая оценка качества мяса и полуфабрикатов из уток при использовании в рационе кормовой добавки наноструктурный фосфорит: дис. ... канд. биол. наук: 06.02.05 / Герасимов Андрей Петрович. - Казань, 2016. - 163 с.

29. Герасимов, А.П. Фармако-токсикологическая оценка и биологическая безопасность наноразмерного фосфорита / А.П. Герасимов, А.М. Ежкова, Д.В. Ежков // Матер. НПК «Фундаментальные и прикладные проблемы повышения продуктивности животных и конкурентоспособности продукции животноводства в современных экономических условиях АПК РФ», Ульяновск, 2015 г. – Том 2. – С. 297-300.

30. Гертман А.М. Опыт применения вермикулита в ветеринарии / А.М. Гертман, Л.В. Чернышова, Д.М. Максимович и др. / Аграрный вестник Урала, 2007, - №6 (42). – С. 69-71.

31. Гертман, А.М. Способы коррекции обменных процессов при незаразной патологии продуктивных коров в условиях техногенных провинций Южного Урала / А.М. Гертман, Т.С. Самсонова // Известия оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. - №1. – С. 65-68.

32. Гертман, А.М. Эффективность минеральных энтеросорбентов и их сочетаний с химиотерапевтическими препаратами при лечении незаразной патологии, повышении сохранности и продуктивности / А.М. Гертман, Н.Ф. Уфимцева, Н.В. Киреева // Ученые записки КГАВМ им. Н.Э. Баумана. - 2011. – Т.207. – С. 147 – 153.

33. Гертман, А.М. Ветеринарно-санитарная характеристика и оценка качества молока на фоне применения вермикулита в техногенной провинции Южного Урала /А.М. Гертман, С.С. Шакирова // С.-х. биология, 2006. - №4. – С. 54-58.

34. Гертман, А.М. Применение вермикулита для фармакоррекции аномального содержания тяжелых металлов в организме крупного рогатого скота техногенной провинции / А.М. Гертман, Л.В. Чернышова, Д.М. Максимович //Новые фармакологические средства для животноводства и ветеринарии: Матер. науч. – практ. конф., посвящ. 55 – летию ГУ КНИВС. – Краснодар, 2001. – Т.II. – С. 38 – 39

35. Горбунова, Н.А. Нанотехнологии в мясной промышленности – фантастика или реальность / Н.А. Горбунова, Е.К. Туниева // Все о мясе. – 2015. - №2. – С.49-53.

36. ГОСТ 25011-81. Мясо и мясные продукты. Методы определения белка. М.: Стандартиформ, 2010. – 8 с.

37. ГОСТ 12.1.007.76. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. – М.: Стандартинформ, 2007 – 7 с.
38. ГОСТ 12865-67. Вермикулит вспученный. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1995. – 6 с.
39. ГОСТ 23042-86. Мясо и мясные продукты. Метод определения жира. – М.: Стандартинформ, 2010. – 5 с.
40. ГОСТ 23392-78. Мясо. Методы химического и микроскопического анализа свежести. – М.: Стандартинформ, 2009. – 7 с.
41. ГОСТ 28178-89. Дрожжи кормовые. Методы испытаний. – М.: Стандартинформ, 2007. – 53 с.
42. ГОСТ 30178-96. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов. - М.: Стандартинформ, 2010. - 10 с.
43. ГОСТ 3123-78. Производство кожевенное. Термины и определения (с Изменениями №1). – М.: Издательство стандартов, 1995 - 30 с.
44. ГОСТ 31674-2012. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения общей токсичности. М.: Стандартинформ, 2014 - 19 с.
45. ГОСТ 31727-2012 (ISO 936:1998). Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли общей золы. – М.: Стандартинформ, 2007. – 12 с.
46. ГОСТ 32031-2012. Продукты пищевые. Методы выявления бактерий *Listeria monocytogenes* - М.: Стандартинформ, 2014. - 28 с.
47. ГОСТ 33319-2015. Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли влаги. - М.: Стандартинформ, 2016. - 8 с.
48. ГОСТ 7269-79. Мясо. Методы отбора образцов и органолептические методы определения свежести (с Изменениями N 1, 2). - М.: Стандартинформ, 2006. – 7 с.
49. ГОСТ Р 51447-99 (ISO 3100-1-91). Мясо и мясные продукты. Методы отбора проб. - М.: Стандартинформ, 2010. - 6 с.
50. ГОСТ Р 51448-99 (ISO 3100-2-88). Мясо и мясные продукты. Методы подготовки проб для микробиологических исследований. - М.: Стандартинформ, 2010. - 8 с.

51. ГОСТ Р 51478-99 (ISO 2917-74). Мясо и мясные продукты. Контрольный метод определения концентрации водородных ионов (рН). - М.: Стандартинформ, 2010. - 6 с.
52. ГОСТ Р 52337-2005. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения общей токсичности. М.: Стандартинформ, 2011. - 18 с.
53. ГОСТ Р 52427-2005. Промышленность мясная. Продукты пищевые. Термины и определения. - М.: Стандартинформ, 2007. - 24 с.
54. ГОСТ Р 54315-2011. Крупный рогатый скот для убоя говядина и телятина в тушах, полутушах и четвертинах. – М.: Стандартинформ, 2012. – 24 с.
55. ГОСТ Р 54354-2011. Мясо и мясные продукты. Общие требования и методы микробиологического анализа. - М.: Стандартинформ, 2013. - 41 с.
56. ГОСТ Р 54622-2011/ISO/TS 27687. Нанотехнологии. Термины и определения нанобъектов. Наночастица. Нановолокно и нанопластина. - М.: Стандартинформ, 2013. - 14 с.
57. ГОСТ Р 55445-2013. Говядина высококачественная. Технические условия. - М.: Стандартинформ, 2013. – 17 с.
58. ГОСТ Р 55479-2013. Мясо и мясные продукты. Методы определения аминокислотного азота. – М.: Стандартинформ, 2014. – 8 с.
59. ГОСТ Р 7.0.11-2011. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления. – М.: Стандартинформ, 2012. – 16 с.
60. Грушман, Р.П. Вермикулит / Р.П. Грушман - Ленинград, 1971. - с. 25.
61. Губер, Н.Б. Оценка влияния биологически активных веществ на физико-химические свойства говядины / Н.Б. Губер, М.Б. Ребезов // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. – 2014. – Т.2, №7. – С. 78-81.
62. Гулюшин, С.Ю. Какой сорбент лучше? / С.Ю. Гулюшин // Птицеводство. – 2009. - №11. – С. 41-43.
63. Данафлекс-нано запустила производство гибкой наноупаковки. - Режим доступа: <http://nanodigest.ru/content/view/905/1/> (Дата обращения: 04.08.2017).

64. Деникин, С.А. Физиологическая оценка использования кобальта в наноразмерной форме для коррекции гемопоэза у кроликов: дис. ... канд. биол. наук: 03.03.01 / Деникин Сергей Александрович. – Р., 2014. – 190 с.
65. Долгов, В. Использование вермикулита в рационе телят / В. Долгов // Молочное и мясное скотоводство. -2008. - №2. - С. 27-28.
66. 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, И.А. Яппаров, Г.О. Ежкова, Р.Н. Файзрахманов, Т.Ю. Мотина // Российские нанотехнологии, 2016, Т. 11, № 7– 8. С. 92-99.
67. Ежков, В.О. Влияние наноразмерного фосфорита на метаболизм и ростовесовые показатели птицы мясной продуктивности / В.О. Ежков, А.П. Герасимов, А.М. Ежкова, И.А. Яппаров // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17, № 7. – С. 213-217.
68. Ежков, В.О. Наноструктурные минералы: получение, химический и минеральный составы, структура и физико-химические свойства / В.О. Ежков, А.Х. Яппаров, Е.С. Нефедьев, А.М. Ежкова, И.А. Яппаров, А.П. Герасимов // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т.17, №11. – С. 41-45.
69. Ежкова, А.М. изготовление наноразмерного бентонита, изучение его структуры, токсических свойств и определение безопасных доз применения / А.М. Ежкова, А.Х. Яппаров, В.О. Ежков, И.А. Яппаров, И.А. Дегтярева и [и др.] // Российские нанотехнологии. – 2015. – Т.10 №1-2. – С. 100-105.
70. Ежкова, А.М. Качество мяса цыплят-бройлеров при использовании кормовой добавки наноразмерного бентонита / А.М. Ежкова, А.Х. Яппаров, Т.Ю. Мотина, И.А. Яппаров, В.О. Ежков // Главный зоотехник. – 2015. - №1. – С. 45-49.
71. Ефремова, М.В. Наномеханика: адресная доставка лекарств / М.В. Ефремова, А.Г. Мажуга, Ю.И. Головин, Н.Л. Клячко // Природа. – 2016. - №7. – С.3-11.
72. Жеребилов, Н.И. Влагосвязывающая способность мяса / Н.И. Жеребилов, Л.И. Кибкало, И.А. Казначеева и др. // Вестник курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – Т.6 №6. – С. 60-61.

73. Жидик И.Ю. Ветеринарно-санитарная оценка мяса кроликов при применении в рационе минеральной добавки «Цеолит природный» Холинского месторождения: дис... канд. биол. наук: 06.02.05 / Жидик Ирина Юрьевна. – Уфа, 2017. – 128 с

74. Жидик, И.Ю. Влияние цеолита природного Холинского месторождения на минеральный и витаминный состав мяса кроликов / И.Ю. Жидик, М.В. Заболотных // Вестник КрасГАУ. – 2016. - №6. – С. 144-148;

75. Жиенбаева, С.Т. Исследование влияния вермикулита на сохранности кормовых добавок [Электронный ресурс] / С.Т. Жиенбаева, А.М. Жолдаспекова // Режим доступа: http://ksu.edu.kz/files/nauka/materialy_konferencii/3/sel_khoz_nauki/zhienbaeva_s_t_zh_oldaspekova_a_m.pdf (Дата обращения: 03.09.2016)

76. Житенко, П. В. Ветеринарно-санитарная экспертиза продуктов животноводства [Текст]: справочник / П.В. Житенко, М.Ф. Боровков – М.: Агропромиздат, 2001, –335 с.

77. Зарипова, Л.П. Корма Республики Татарстан: состав питательность и использование: Справочник / Л.П. Зарипова, Ф.С. Гибадуллина, Ш.К. Шакиров [и др.] – Казань: Фолиантъ, 2010. – 272 с.

78. Заяс, Ю.Ф. Качество мяса и мясопродуктов / Ю.Ф. Заяс. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. — 480 с.

79. Зенова, Н.Ю Влияние ультрадисперсного железа на рост и развитие крупного рогатого скота / Н.Ю Зенова, А.А. Назарова, С. Д. Полищук // Молочное и мясное скотоводство. - 2010. - №1. - С. 30-32.

80. Иванкин, А.Н. Наномикротехнологии включения активных ингредиентов в пищевые концепции / А.Н. Иванкин // Мясная индустрия. 2010. №1. С. 23-25.

81. Казанцева, Н.П. Химический состав и технологические свойства мяса свиней разных генотипов / Н.П. Казанцева, О.А. Краснова, Е.В. Хардина// Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. - № 2(100). – С. 109-112.

82. Каширина, Л.Г. Минеральный состав крови поросят и санитарная оценка свинины при введении в рацион УДП железа / Л.Г. Каширина, В.В. Кулаков, Э.О. Сайтханов // Зоотехния. – 2011. – №5. – С. 22-24.

83. Каширина, Л.Г. Ультрадисперсные металлы в животноводстве/ Л.Г. Каширина, В.В. Кулаков, Э.О. Сайтханов, А.В. Антонов // Вестник ФГБОУ ВПО РГАТУ. – 2013. - № 2 (18). – С. 21-24.

84. Кобаяси, Н. Введение в нанотехнологию / Н. Кобаяси; пер. с японск. А.В. Хачояна; под ред. Л.Н. Патрикеева. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2008. – 134 с.

85. Ковальчук, М.В. Нанотехнологии, метрология, стандартизация и сертификация в терминах и определениях: справочник / М.В. Ковальчук, П.А. Тодуа. – М.: Техносфера, 2009. – 138 с.

86. Козлова Л.Г. Физиологическое обоснование применения вермикулита в птицеводстве: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.13 // Козлова Лариса Геннадиевна. - Троицк, 2002. – 22 с.

87. Кондакова, Л.В. Обмен веществ и продуктивность бычков герефордской породы при введении в рацион нанопорошков кобальта и железа: дис. ... канд. биол. наук: 03.03.01/ Кондакова Людмила Васильевна. – Тверь, 2013. – 149 с.

88. Кононенко, С.И. Пути повышения протеиновой питательности комбикормов / С.И. Кононенко // Научный журнал КубГАУ. – 2012. - №81(07). – С. 1-26.

89. Коснырева, Л.М. Товароведение и экспертиза мяса и мясных товаров: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Л.М. Коснырева, В.И. Криштафович, В.М. Позняковский . – 4-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 320 с.

90. Кравченко, А.В. Нанотехнологии – NOVAЯ реальность / А.В. Кравченко, Н.В. Зарянова // Пищевая промышленность. – 2010. - №9. – С. 42-43.

91. Лабораторный практикум по дисциплине «Технология хранения, стандартизации, переработки продукции животноводства» для студентов направление подготовки 110305.65, 110900.62 – Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции и по дисциплине Таможенная

экспертиза и товароведение продовольственных товаров животного происхождения направления подготовки 100800.62 Товароведение дневного, заочного (сокращенного) обучения /сост. Н.Х. Курьянова. – Димитровград: ТИ(ф)УГСХА, 2013. –71 с.

92. Лифанова, С.П. Содержание токсикантов в молоке коров и продуктах его переработки при использовании наноструктурированного сорбента «Биокоретрон Форте» / С.П. Лифанова // Ветеринарный врач. - 2010. - №5. - С. 22-24.

93. Лумбунов, С. Г. Природные минералы в животноводстве Бурятии [Электронный ресурс] / С.Г. Лумбунов, К.В. Лузбаев, Е.А. Александрова. // Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты. – 2002. - Режим доступа: http://chem.kstu.ru/butlerov_comm/2003/1m/data/jchem&cs/russian/n1/appl1/2vr43/2vr43.pdf (дата обращения 14.10.2013).

94. Лыгина, Т. З. Физико-химические и адсорбционные методы исследования неорганических природных минеральных сорбентов: учебное пособие / Т.З. Лыгина, О.А. Михайлова. - Казань: КГТУ, 2009. - 80 с.

95. Магер, П.В. Зоогигиеническое обоснование применения вермикулита в кормлении песцов: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 16.00.08 / Павел Владимирович Магер. – Санкт-Петербург, 1997. - 18 с.

96. Маннино, С. Применение нанотехнологии в пищевой промышленности / С. Маннино // Молочная промышленность. – 2010. - №1. – С. 40-41.

97. Медведь, Л.И. Токсикологическая и гигиеническая характеристика современных пестицидов/ Л.И. Медведь // ЖВХО им. Менделеева. – 1964. – Т.9, № 5. – С.561-566.

98. Международные рекомендации (этический кодекс) по проведению медико-биологических исследований с использованием животных (разработаны и опубликованы в 1985 г. Советом международных научных организаций).

99. Методические указания к лабораторно-практической работе «Свежесть мяса и готовность кулинарных блюд» разработаны сотрудниками кафедры технологии хранения и переработки животноводческой продукции: Н. В. Тимошенко, А. М.

Патиевой, С. В. Патиевой, А. А. Нестеренко, Н.В. Кенийз – Краснодар, КубГАУ, 2015 – 32 с.

100. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики. Справочник / под ред. профессора И.П. Кондрахина. – М.: Колосс, 2004. – 520 с.

101. Методы исследования мяса и мясных продуктов: лабораторный практикум / В.Я. Пономарев [и др.] – Казань: Казан. гос. технол. ун-т, 2006. - 60 с.

102. Микробиологическое исследование мяса: метод. указания / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Биол.-технолог. фак.; сост.: Л.А. Литвина, И.Ю. Анфилофьева. – Новосибирск, 2016. – 24 с.

103. Миронов, В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии / В.Л. Миронов. – М.: Техносфера, 2005. – 144 с.

104. Мирошникова, Е.П. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов [Текст]: учебное пособие / под ред. Богатова О.В., Стадникова С.В. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. – 248 с.

105. Монастырев, А.М. Применение вермикулита при выращивании бычков на мясо / А.М. Монастырев, Л.Г. Охоба. – Троицк: УГАВМ, 2010. - 120 с.

106. Мотина, Т.Ю. Фармако-токсикологическая оценка наноразмерного бентонита и изучение его влияния на продуктивность цыплят-бройлеров и качество их продукции: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.02.03 / Мотина Татьяна Юрьевна. – Казань, 2014. – 24 с.

107. Мотовилов, К.Я. Минеральные добавки, используемые в животноводстве/ К.Я. Мотовилов // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. - 2008. - № 11. - С. 60 - 66.

108. МУ 1.2.2520-09. Гигиена, токсикология, санитария. Токсиколого-гигиеническая оценка безопасности наноматериалов. Методические указания. М.: Федеральный Центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009, 43 с.

109. МУК 4.1.986-00 Методика выполнения измерений массовой доли свинца и кадмия в пищевых продуктах и продовольственном сырье атомно-абсорбционной спектроскопией: Методические указания. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2000. – 32 с.

110. Муромцев, А.Б. Ветеринарно-гигиеническое обоснование применения вермикулита в кормах для коров и телят: автореф. дис. ... канд. вет. наук: 16.00.08 / Муромцев Александр Борисович. – Санкт-Петербург, 1995. – 15 с.

111. Мухина Н.В. Перспективы применения сорбента с пребиотическими свойствами «МТох+» // Гастроэнтерология Санкт-Петербурга. Научно-практический журнал. - 2009. – №4. - С. 29.

112. Мухина, Н.В. Биологические активные кормовые добавки нового поколения / Н.В. Мухина, Ф.Н. Зайцев, И.А. Мартынова, А.В. Коротков // VI-й Международный конгресс по птицеводству. – Москва, 2010. – С.195-200.

113. Мясопродукты. // Народная медицина [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://herbalis.ru/index.php?id=716&option=com_content&task=view (Дата обращения: 26.06.2015)

114. Назарова, А. А. Влияние нанопорошков железа, кобальта и меди на физиологическое состояние молодняка крупного рогатого скота: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.13 / Назарова Анна Анатольевна. - Рязань, 2009. – 137 с.

115. Насонова, В.В. Новый способ снижения нитрита натрия в производстве копчено-вареной шейки / В.В. Насонова, Л.А. Веретов // Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти Василия Матвеевича Горбатого, Москва, 2014. - №1. – С. 151-153.

116. Насонова, Д. Нанотехнологии в животноводстве [Электронный ресурс] / Д. Насонова // Крестьянские ведомости. – 2013. – Режим доступа: <http://kvedomosti.ru/newsshow.php?NId=58392> (Дата обращения: 10.04.2015)

117. Нечаев, А.П. Пищевая химия / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова и др. Под ред. А.П. Нечаева. Издание 4-е, испр. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2007. – 640 с.

118. Никитин, И.Н. Организация и экономика ветеринарного дела / И.Н. Никитин, В.А. Апалькин – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: КолосС, 2006. – 366 с

119. Николаев, В.Г. Современные энтеросорбенты и механизмы их действия / В.Г. Николаев, С.В. Михаловский, Н.М. Гурина // Современные методы и средства детоксикации.. – 2005. – Т.11. - №4. – С. 3-17.

120. Николаева, Л.В. Нанотехнологии в пищевой промышленности / Л.В. Николаева, Э.В. Воронина // Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием «Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности» Бийск, 22-24 мая 2013 г. – С. 337-341.

121. Никонов, И.Н. Биологическая активность наноразмерного коллоидного селена / И.Н. Никонов, Ю.Г. Фолманис, Л.В. Коваленко [и др] // ДАН. – 2012. – Т.447. - №6. – С. 675-677.

122. Никонов, И.Н. Наноразмерное железо – кормовая добавка для сельскохозяйственной птицы / И.Н. Никонов, Ю.Г. Фолманис, Г.Э. Фолманис, Л.В. Коваленко, Г.Ю. Лаптев, И.А. Егоров, В.И. Фисинин, И.Г. Тананаев // Доклады академии наук. – 2011. – Т. 440. – №4. – С. 565-569.

123. Новожилова О.А. Повышение эффективности производства яиц и мяса бройлеров на основе обогащения шунгитом комбикормов и питьевой воды для птицы [Электрон. ресурс]. – 2011. – URL: <http://www.dissercat.com/content>

124. Ноговицина, Е. А. Возрастные особенности морфологии кишечника гусей при введении в рацион вермикулита: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 16.00.02 / Ноговицина Елена Александровна. - Екатеринбург, 2007. - 19 с.

125. Овчинников, А. А. Продуктивность цыплят-бройлеров при использовании в рационе различных сорбентов / А. А Овчинников, П. В. Карболин // Вестник Тюменской сельскохозяйственной академии. - 2009. - № 4. - С. 38-41.

126. Окара, А.И. Нанотехнологии в производстве пищевых продуктов: состояние нормативной базы и проблемы безопасности / А.И. Окара // Вестник ХГАЭП. –2011. - №1 (52). - С. 79-85.

127. Охоба Л.Г. Рост, развитие и качество говядины бычков черно-пестрой породы при использовании вермикулита: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.04 / Охоба Лариса Григорьевна. - Троицк, 2007. – 115 с.

128. Панина, Е.Н. Морфология тимуса и клоакальной бурсы у бройлеров при незаразной патологии и применении природных минералов: автореф. дисс. ... канд. ветер. наук: 16.00.02 / Панина Екатерина Николаевна. – Саранск, 2008. – 20 с.

129. Папуниди, К.Х. Применение энтеросорбентов в животноводстве / К.Х. Папуниди, М.Я. Тремасов, А.А. Иванов, М.Г. Нуртдинов, Н.Н. Мишина // Ветеринарный врач. – 2010. - №5. – С. 20-22.

130. Побединский, А.В. Эффективность использования вспученного вермикулита в кормлении сухостойных коров: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.08 / Побединский Александр Викторович. – Красноярск, 2011. – 16 с.

131. Подобед, Л.И. Биодоступный кремний – новая ступень в развитии сельского хозяйства [Электронный ресурс] / Л.И. Подобед // Центр внедрения технологий. – 2013. – Режим доступа: http://nabikat.com/docs/Podobed_biokremniy_dlya_selskogo_hozyaystva.pdf (Дата обращения 19.04.2015)

132. Полищук С.Д. Рекомендации по применению нанопорошков металлов для эффективного ведения животноводства. Рязань.- 2010.- 46 с.

133. Полковникова, В.И. Качественная характеристика мяса чистопородных и помесных свиней / В.И. Полковникова, Е.К. Панькова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. - №2(40). – С. 156-158.

134. Полунина, О. А. Разработка рецептуры и товароведная оценка потребительских свойств хлеба с серебряным нанобиокомпозитом: автореф. дис. ... канд. техн. наук / О. А. Полунина. – Новосибирск, 2007.

135. Пономарев, В.А. Клинические и биохимические показатели крови птиц / В.А. Пономарев, В.В. Пронин, Л.В. Клетикова, Л.В. Маловичко, Н.Н. Якименко // М-во сельского хоз-ва РФ, ФГБОУ ВПО ИГСХА им. Акад. Д.К. Беляева, ФГБОУ ВПО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. – Иваново: ПресСто, 2014. – 288 с.

136. Попов, И.С. Нанотехнологии в пищевой промышленности / И.С. Попов, К.Г.Борисенко // Материалы 2-й Международной НПК «Технологии производства пищевых продуктов питания и экспертиза товаров», Курск, 10-11 апреля 2016 г. – С. 98-100.

137. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 23 июля 2007 г. №54 «О надзоре за продукцией, полученной с использованием нанотехнологий и содержащей наноматериалы (не нуждается в госрегистрации)» /

Бюллетень нормативных и методических документов Госсанэпиднадзора. – 2007. – выпуск 4. - декабрь, 2007.

138. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 31 октября 2007 г. №79 «Об утверждении Концепции токсикологических исследований, методологии оценки риска, методов идентификации и количественного определения наноматериалов» / Российская газета. – 2007. – №270. - 01.12.2007.

139. Постнов, В.Н. Наноразмерные носители для доставки лекарственных препаратов / В.Н. Постнов, Е.Б. Наумышева, Д.В. Королев, М.М. Галагудза //Биотехносфера. – 2013. – №6(30). - С.16-27.

140. Правила ветеринарного осмотра убойных животных и ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и мясных продуктов / под редакцией И.А. Рыбина // Утверждены Главным управлением ветеринарии Министерства сельского хозяйства СССР 27 декабря 1983 года. – М.: ВО Агропромиздат, 1988. – 62 с.;

141. Райкова, А.П.. Нанопорошки металлов – для экологически безопасного сельского хозяйства / А.П. Райкова, Л.А. Поницкий, Н.Н. Райкова // Междунар. форум по нанотехнологиям, Москва, 2008 г. - Т. 1. - С. 511-512.

142. Распоряжение Правительства Российской Федерации «Об утверждении Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года» от 29 июня 2016 года №1364-р [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201607050014?index=8&rangeSize=1> (Дата обращения: 05.07.2017).

143. Рогов И.А., Забашта А.Г., Казюлин Г.П. Общая технология мяса и мясопродуктов. — М.: Колос, 2000. — 367 с.

144. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ / Под общей редакцией члена-корреспондента РАМН, профессора Р.У. Хабриева. – 2-изд., перераб. и доп. – М.: ОАО «Издательство «Медицина», 2005. – 832 с.

145. Сайтханов, Э.О. Физиологическое состояние и иммунобиологический статус поросят при введении в рацион ультрадисперсного порошка железа: дис. ... канд. биол. наук: 03.03.01 / Сайтханов Эльман Олегович. – Рязань, 2011. – 166 с.

146. Санитарный контроль в пищевой промышленности [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – 2009. - Режим доступа: http://smikro.ru/?p=1279herbalis.ru/index.php?id=716&option=com_content&task=view (Дата обращения 20.12.2016)

147. СанПиН 2.3.2.1078-01. Продовольственное сырье и пищевые продукты. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Утв. главным государственным санитарным врачом РФ 06.11.2001. – М., 2002. – 272 с.

148. Сафиуллина, Г.Я. Химический состав и калорийность говядины при включении в кормление быков наноструктурного вермикулита / Г.Я. Сафиуллина, Д.В. Ежков, В.О. Ежков, И.А. Яппаров // Вестник Казанского технологического университета. – 2017. – Т.20, №9. – С. 148-151.

149. Семакина, Е.В. Разработка и использование инновационной наноразмерной кормовой добавки на основе органо-минерального сапропеля / Е.В. Семакина, Д.В. Ежкова, В.О. Ежков // Материалы Международной НПК «Фундаментальные и прикладные проблемы повышения продуктивности животных и конкурентоспособности продукции животноводства в современных экономических условиях АПК РФ» (12-15 января 2015 г.) – Ульяновск, Том 1. - Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина, 2015. – С. 299-302.

150. Сизова, Е.А. Морфо-биохимические показатели крови у бройлеров при коррекции рациона солями и наночастицами Cu / Е.А. Сизова, В.Л. Королев, Ш.А. Макаев, Е.П. Мирошникова, В.А. Шахов // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – Т.51. №6. С. 903-911.

151. Смекалов, М.А. Влияние биовермикулита на выведение тяжелых металлов из организма и нормализацию обмена веществ у коров в условиях техногенной зоны: автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.01.04 / Смекалов Михаил Андреевич. - Дубровицы, 2011. - 18 с.

152. Смирнов, А.В. Практикум по ветеринарно-санитарной экспертизе [Текст]: учеб. пособие / А.В. Смирнов. – СПб.: ГИОРД, 2009. – 336 с

153. Современные методы анализа мяса и мясопродуктов: учебное пособие / Э.Ш. Юнусов [и др.]; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2013. -156 с.

154. Сульдина, Т.И. Содержание тяжелых металлов в продуктах питания и их влияние на организм / Т.И. Сульдина // Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы. – 2016. - №1. – С. 136-140.

155. Сусь, И.В. Высококачественная говядина – новый продукт на российском рынке /И.В. Сусь, Т.М. Миттельштейн, И.В. Козырев // Всё о мясе. – 2013. – №5. – С. 4- 6.

156. Сычева, О.В. Экспертиза молочного сырья: учебное пособие / О.В. Сычева, И.А. Трубина. – Ставрополь: Из-во СтГАУ «АГРУС», 2013. – 103с.

157. Тарасова, Е.Ю. Применение нанотехнологий в сельском хозяйстве / Е.Ю. Тарасова, В.П. Коростелева, В.Я. Пономарев // Вестник казан. технолог. ун-та. – 2012. – Т.15. - №21. – С. 121-122.

158. Тезиев, Т.К. Влияние нанопорошка железа на качество кожевенного сырья бычков / Т.К. Тезиев, А.Т. Кокоева, Ал.Т. Кокоева // Известия горского государственного аграрного университета, 2011. – Т.49. №1-2. – С. 141-143.

159. Тезиев, Т.К. Использование нанотехнологий в мясном скотоводстве / Т.К. Тезиев, А.Т. Кокоева, Ал.Т. Кокоева // Известия горского государственного аграрного университета, 2011. – Т.48.№2. – С. 53-55.

160. Третьякова, Ю.Д. Нанотехнологии. Азбука для всех: 2-е изд./ Ю.Д. Третьякова [и др]. - М.: Физматлит, 2010. - 368 с.

161. Усатенко, Н.Ф. Пути снижения интенсивности окислительных процессов в реструктурированных формованных продуктах из мяса цыплят-бройлеров / Н.Ф. Усатенко, Т.Н. Змиевская, Ю.И. Охриенко // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2014. - №3(25). – С. 28-33.

162. Файзрахманов, Р.Н. Воспроизводительная способность коров при использовании кормовых добавок «Сапромикс» / Р.Н. Файзрахманов, Ш.К. Шакиров // Ученые записки КГАВМ им. Н.Э. Баумана. – 2015. - №222(2). – С. 224-226.

163. Файзрахманов, Р.Н. Биологическая безопасность наноструктурного сапропеля и влияние его на морфофункциональное состояние органов пищеварения животных / Р.Н. Файзрахманов, Е.В. Семакина, В.О. Ежков, И.А. Яппаров, А.М. Ежкова // Научная сессия (6-10 февраля 2017г.): аннотации сообщений / Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2017. - С. 311.

164. Фирсов А.С. Сравнительная эффективность использования различных сорбентов с пробиотиком в рационах цыплят-бройлеров /А.С.Фирсов// Аграрный вестник Урала. - 2008. - №10. - С. 64-67.

165. Фисинин В.И. Применение нанотехнологий в промышленном птицеводстве («МТох+» стратегия профилактики микотоксикозов): метод. реком. СПб., 2011. 34 с.

166. Фолманис, Г.Э. Биологически активные коллоидные растворы селена / Г.Э. Фолманис // Биотехнология. Взгляд в будущее. – 2014. – Т.2. – С.131-135.

167. Фролов, В.П. Ветеринарно-санитарная экспертиза с основами технологии и стандартизации продуктов животноводства / В.П. Фролов, С.А. Серко, М.Ф. Боровков. – СПб.: Лань, 2013. - 480 с.

168. Хабибуллин, Р.Э. Технология мяса и мясопродуктов: учебное пособие [Текст] / Р.Э. Хабибуллин. – Казань: Изд-во казан. гос. технол. ун-та, 2005. – 126 с.

169. Хайшибаева, А.А. Гематологические и биохимические параметры крови цыплят-бройлеров и кур-несушек при применении кормовых добавок на основе природных минералов / А.А. Хайшибаева, А.Е. Слямова, Т.Б. Абдигалиева, Н.Б. Сарсембаева // Знание, 2016. - №3-5 (32). – С. 75-80.

170. Храмцов, А.Г. Адаптация доктрины нанобиомембранных технологий на основе кластеров молочной сыворотки / А.Г. Храмцов // Молочная промышленность. – 2010. - №1. – С. 34-37.

171. Хрипач, Л.В. Особенности влияния коллоидных препаратов, содержащих нано- и микрочастицы, на биохимические состояния организма лабораторных животных / Л.В. Хрипач, Р.И. Михайлова, Т.Д. Князева и др. // Материалы Международного Форума Научного совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды, посвященного 85-летию ФГБУ «Научно-

исследовательский институт экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина» Минздрава России, Москва, 15-16 декабря 2016 г. Сборник трудов конференции. – М.: Изд-во «Научно-исследовательский институт экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина», 2016. – Т.2. – С. 321-323.

172. Чемер В. Всё о вермикулите и вермикулитовых изделиях. - Украина, 2007. – 25 с.

173. Чернигова, С.В. «Ветеринарно-санитарная экспертиза соленых мясных изделий» методические указания к лабораторному занятию по дисциплине «Ветеринарно-санитарная экспертиза с основами технологии и стандартизации продуктов животноводства» для студентов очной и заочной форм обучения по специальности 111201/111801.65 – Ветеринария. / С.В. Чернигова, Н.Б. Довгань // – Изд-во ФГБОУ ВПО ОмГАУ им. П.А. Столыпина, Омск. 2014. – 14 с.

174. Чурилов Г.И. Действие нанокристаллического кобальта в системе растение – животное. // Состояние среды обитания и фауна охотничьих животных России. Сб. материалов науч.-прак. конф. Москва, 2008. - С. 293-298.

175. Чурилов, Г.И. Научное и практическое обоснование применения нанопорошков металлов в кормлении сельскохозяйственных животных. Монография. / Чурилов Г.И., Назарова А.А. - Рязань: Издательство РГАТУ. - 2010. - 143 с.

176. Чурилов, Г.И. Эколого-биологические эффекты нанокристаллических металлов: дис. ... д-ра биол.наук: 03.02.08 / Чурилов Геннадий Иванович. – Балашиха, 2010. – 332 с.

177. Шарипова, А.Ф. Физико-химические и биохимические показатели мяса цыплят-бройлеров при использовании кормовой добавки «Ветоспорин-актив» / А.Ф. Шарипова // Аграрный вестник Урала. – 2015. - №1(131). – С. 30-32.

178. Шкуратова, И.А. Влияние вермикулита на физиологические показатели цыплят-бройлеров / И.А. Шкуратова, А.А. Гаспарян, Л.Г. Козлова // Здоровье, разведение и защита мелких домашних животных. – 2001. - №7. - С. 128-129.

179. Шнейдер, Е.М. Применение систем качества в использовании нанотехнологий для производства продуктов питания / Е.М. Шнейдер, О.А.

Медянская, М.В. Богданова // Современные проблемы науки и образования. – 2015. - №2-3. – С. 11-17.

180. Юнусов, Э.Ш. Современные методы анализа мяса и мясопродуктов: учебное пособие / Э.Ш. Юнусов, В.Я. Пономарев, Г.О. Ежкова, Р.Э. Хабибуллин, А. Б. Маргулис. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2013. –195 с.

181. Якимов, А.В. Агроминеральные ресурсы Татарстана и перспективы их использования / под ред. А.В. Якимова. – Казань: ФЭН, 2002. – 272 с.

182. Яппаров, А.Х. Нанотехнологии в сельском хозяйстве: научное обоснование получения и технологии использования наноструктурных и нанокompозитных материалов / А.Х. Яппаров, Ш.А. Алиев и др.; под общ. ред. А.Х.Яппарова. – Казань: Центр инновационных технологий, 2013. – 252 с.

183. Яппаров, А.Х. Научное обоснование получения наноструктурных и нанокompозитных материалов и технология их использования в сельском хозяйстве / А.Х. Яппаров, Ш.А. Алиев, И.А. Яппаров, А.М. Ежкова, И.А. Дегтярева, В.О. Ежков [и др.]; под общ. ред. А.Х. Яппарова и Л.В. Коваленко. – Казань: Центр инновационных технологий, 2014. – 304 с.

184. Яушева, Е.В. Оценка влияния наночастиц металлов на морфологические показатели периферической крови животных / Е.В. Яушева, С.А. Мирошников, О.В. Кван // Вестник ОГУ. – 2013. - №12(161). – С. 203-207.

185. Abdigaliyeva, T. Effects of diets with vermiculite on performance, meat morphological parameters of broiler chickens / T. Abdigaliyeva, N. Sarsembayeva et al // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. -2017. - V. 9. - N.5. – P. 745-750.

186. Addo Ntim, S. Characterisation and potential migration of silver nanoparticles from commercially available polymeric food contact materials / S. Addo Ntim, T.A. Thomas, T.H. Begley, G.O. Noonan // Food Addit Contam Part A. – 2015. – V. 32. - P. 1003–1011.

187. Arora, A. Nanocomposites in food packaging / A. Arora, G.W. Padua // Journal of Food Science. – 2010. – V.75. - P. 43–49.

188. Arruebo, M. Magnetic nanoparticles for drug delivery / M. Arruebo, R. Fernandez-Pacheco, M. Ricardo Ibarra, J. Santamaria // Nanotoday. – 2007. – V.3. – P. 22-32.

189. Augustin, M.A. Nano- and microstructured assemblies for encapsulation of food ingredients / M.A. Augustin, Y. Hemar // *Chemical Society Reviews*. – 2009. – 38. – P. 902-912.

190. Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority [Электронный ресурс] – 2015. – Режим доступа: https://apvma.gov.au/sites/default/files/publication/15626-nanotechnologies-pesticides-veterinary-medicines_regulatory-considerations_july2015.pdf (Дата обращения: 21.09.2016).

191. Azeredo, H. M. C. Antimicrobial nanostructures in food packaging / Henriette M.C. de Azeredo // *Trends in Food Science & Technology*. – 2012. – P. 1-14.

192. Azeredo, H.M. Nanocomposite edible films from mango puree reinforced with cellulose nanofibers Azeredo / H.M., Mattoso, L.H.C. Wood, D.Williams, T.G. Avena-Bustillos, R.J. & McHugh // *Journal of Food Science*. – 2009. – V.74. P. 31–35.

193. Berekaa, M.M. Nanotechnology in Food Industry; Advances in Food processing, Packaging and Food Safety / M.M. Berekaa // *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. – 2015. – V.4. - N.5. – P. 345-357.

194. Beverlyaa, R.L. Edible chitosan films on ready-to-eat roast beef for the control of *Listeria monocytogenes* / R.L. Beverlyaa, M.E. Janesa, W. Prinyawiwatkulaa, H.K. No // *Food Microbiology*. – 2008. – N.25. – P. 534–537.

195. Bian, L.Q. Effects of different selenium sources on pork quality and muscle antioxidant capacity of growing-finishing pigs / L.Q. Bian, R.N. Wang, Y.G. Zhang, X.J. Liu, J. Chen, F. Zhang // *Journal of Shenyang Agricultural University*. – 2010. – V.6. - P. 690–694.

196. Bieberstein, A. Consumer choices for nano-food and nano-packaging in france and germany / Bieberstein, A., Roosen, J., Marette, S., Blanchemanche, S., & Vandermoere, F. // *European Review of Agricultural Economics*. – 2013. – V.40. - N.1. – P. 73-94.

197. Bunglavan, S.J. Review article. Use of nanoparticles as feed additives to improve digestion and absorption in livestock / S. J. Bunglavan, AK Garg, RS Dass, S. Shrivastava // *Livestock research international*. – 2014. – V.2. - N.3. - P 36-47.

198. Burris, K.P. Fluorescent nanoparticles: sensing pathogens and toxins in foods and crops / K.P. Burris, C.Jr. Neal Stewart // Trends Food Science & Technology. – 2012. – V.28. – N.2. – P.143-152.
199. Buzea, C. Nanomaterials and nanoparticles: Sources and toxicity / C. Buzea, BI Pacheco, K Robbie // Biointerphases. – 2007. - V.2. – N.4. – P. 1-103.
200. Cai C, Nano-selenium: nutritional characteristics and application in chickens /C. Cai, X.Y. Qu, Y.H. Wei, A.Q. Yang // Chinese Journal of Animal Nutrition. – 2013. – V. 12. – P. 2818–2823.
201. Cai, S. The biology characteristics of nano-selenium and its application in livestock and poultry / S. Cai // China Feed Addit. – 2012. – V.10. - P. 10-12.
202. Canham, L.T. Nanoscale semiconducting silicon as a nutritional food additive / L.T. Canham // Nanotechnology. – 2007. – V. 18. – P. 1857-1864.
203. Chinnamuthu, C.R. Nanotechnology and Agroecosystem / C.R. Chinnamuthu, P. Murugesu Boopathi // Madras Agricultural Journal. – 2009. – V.96. – N. 6.– P. 17-31.
204. Coles, D. Nanotechnology applied to European food production- A review of ethical and regulatory issues / D. Coles, L.J. Frewer// Trends in Food Science & Technology. - 2013. – P. 1-21.
205. Consigliere, R. Investigation on the effects of vermiculite-based feed additives on ammonia and nitrate emission from pig slurry and pig growth performance / R. Consigliere, A. Costa, D. Meloni // Pagepress. Veterinary Science Development. – 2016. – V.6. N1 – P. 65-68.
206. Cook, A. J. Intentions of New Zealanders to purchase lamb or beef made using nanotechnology / A. J. Cook, J. R. Fairweather // British Food Journal. – 2007. - V. 109. - N.9. - P. 675 – 688.
207. Damm, C. Kinetic aspects of the silver ion release from antimicrobial polyamide/silver nanocomposites / C. Damm, H. Münstedt // Appl Phys A Mater Sci Process. – 2008. – V.91. – P. 479-486.
208. Dekkers, P. Presence and risks of nanosilica in food products / P. Dekkers, R.J. Krystek, D.X. Peters, B.G. Lankveld, P.H. Bokkers, H. van Hoeven-Arentzen, A.G. Bouwmeester // Nanotoxicology. – 2011. – V. 5. - P. 393–405.

209. Dempsey, C. Coating barium titanate nanoparticles with polyethylenimine improves cellular uptake and allowa for coupled imaging and gene delivering / C. Dempsey, I. Lee, K.R. Cowan et. Al. // Colloids and Surfaces B.: Biointerfaces. – 2013. – V.56.N4. – P. 599-611.

210. Dias, C. Characterization and Modification of a Clay Mineral Used in Adsorption TestsNatália / C. Dias, P. A. Steiner, M.C.B. Braga // Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering. – 2015. – V.6. - N.4. – P. 277-288.

211. Duran, N. Antibacterial effect of silver nanoparticles produced by fungal process on textile fabrics and their effluent treatment / N. Duran, P.D. Marcato, G.I.H. De Souza, O.L. Alves, E. Esposito // Journal of Biomedical Nanotechnology. – 2007. - V. 3. – P. 203–208.

212. Duran, N. Nanobiotechnology perspectives. Role of nanotechnology in the food industry: a review / N. Duran, Priscyla D. Marcato // International Journal of Food Science and Technology. - 2013. – V. 48. - P. 1127–1134.

213. Eguia, A.G. Effects of nano copper on copper availability and nutrients digestibility, growth performance and serum traits of piglets / A.G. Eguia, Fu CM, FY Lu, TF Lien // Livestock Science. – 2009. - V126. - P. 122-129.

214. Fakruddin, P. Nanotechnology in agriculture. / P. Fakruddin, A. Chakraborty // Innovative Farming. - 2016. – V. 1. – P. 18-20.

215. Feneque, J. Brief introduction to the veterinary applications of nanotechnology. Nanotechnology now [Электронный ресурс]. – 2003. - Режим доступа: www.nanotech-now.com/Jose-Feneque/Veterinary-Applications-Nanotechnology.html (Дата обращения 17.07.2015).

216. Fondevila, M. Potential use of silver nanoparticles as an additive in animal feeding / M. Fondevila // Silver Nanoparticles. Edited by David Pozo Perez. – 2010. – P. 325-334.

217. Fondevila, M. Silver nanoparticles as a potential antimicrobial additive for weaned pigs / M. Fondevila, R. Herrer, M.C. Casallas, L. Abecia, J.J. Duchá // Animal feed science and technology. – 2009. – V.150. – P.259-269.

218. Galan, E. Characterization and technical properties of a Mg-rich bentonite / E. Galan, A. Alvarez, M.A. Esteban // *Applied Clay Science*. -2006. - V. 1. - Is. 3. - April. - P.295 – 309.

219. Hang, D.T. Effect on rabbit reproduction of adding silver-nano suspension to the drinking water [Электронный ресурс] / D.F. Hang, T.T.T. Tra // *Livestock Research for Rural Development*. – 2013. – Режим доступа: <http://www.lrrd.org/lrrd25/9/hang2509cit.htm> (Дата обращения: 06.09.2016).

220. He, X. Metal oxide nanomaterials in nanomedicine: applications in photodynamic therapy and potential toxicity / X. He, W.G. Aker, M.-J. Huang, J.D. Watts, H.-M. Hwang // *Current Topics in Medicinal Chemistry*. – 2015. –V. 15. – P. 1887–1900.

221. He, X. Nanotechnology in food science: functionality, applicability, and safety assessment / X. He, Huey-Min Hwang. // *Journal of food and drug analysis*. – 2016. – V. 11. - P. 1-11.

222. He, X. Toxicity of engineered metal oxide nanomaterials mediated by nano-bio-eco-interactions: a review and perspective / X. He, W.G. Aker, P.P. Fu, H.-M. Hwang // *Environ Sci Nano*. – 2015. - V. 2 – P. 564–582.

223. Hoet, P. H. M. Nanoparticles – known and unknown health risks / P.H.M. Hoet, I. Brüske-Hohlfeld, O. Salata // *Journal of Nanobiotechnology*. – 2004. - N.2. – P. 12–14.

224. Huang, S. Nanotechnology in agriculture, livestock, and aquaculture in China. A review / S. Huang, L. Wang, L. Liu, Y. Hou, L. Li // *Agronomy for Sustainable Development*. – 2015. – V. 35, N. 2. – P. 369-400.

225. Jiang, J. Does nanoparticle activity depend upon size and crystal phase / J. Jiang, G. Oberdrster, A. Elder, R. Gelein, P. Mercer, P. Biswas // *Nanotoxicology*. – 2008. – V.2, I.1. – P.33-42.

226. Kim, J.S. Antimicrobial effects of silver nanoparticles / J.S. Kim, E. Kuk, K.N. Yu, J.-H. Kim, S.J. Park, H.J. Lee, S.H. Kim, Y.K. Park [et. Al.] // *Nanomed Nanotechnol Biol Med*. – 2007. – N. 3. - P. 95–101.

227. Kumar, P.S Review. Nanotechnology and animal health / P.S. Kumar // *Veterinary World*. – 2010. – V.3. - N12. – P. 567-569.

228. Kumar, P.S. Use of Nano Feed Additives in Livestock Feeding / P.S. Kumar // International Journal of Livestock Research. – 2016. – V.6 (1). – P.1-14.
229. Kumar, R. Silver ion release from antimicrobial polyamide/silver composites / R. Kumar, H. Munstedt // Biomaterials. – 2005. – V.26. – P.2081-8088.
230. Lim, R.K. A method for the evaluation of cumulation and tolerance by the determination of acute and subchronic median effective doses / R.K. Lim, K.G. Rink, H.J. Glass et al. // Arch. Int. Pharmacodyn. – 1961. – V.130, №3-4. – P. 336-353.
231. Luque, R. Sustainable preparation of metal nanoparticles: methods and applications / R. Luque, R.S. Varma, J.H. Clark, G.A. Kraus (Eds.). - Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, 2012. - P. 190–212.
232. Markowska, K. Silver nanoparticles as an alternative strategy against bacterial biofilms / K. Markowska, A.M. Grudniak, K.I. Wolska // Acta biochimica polonica. – 2013. – V.60, N.4. – P.523-530.
233. Metak, A.M. Migration of engineered Nanoparticles from packaging into food products / A.M. Metak, F. Nabhani, S.N. Connolly // LWT Food Sci Technol. – 2015. – V. 64. - P. 781–787.
234. Morones, J.R. The bactericidal effect of silver nanoparticles / J.R. Morones, J.L. Elechiguerra, A. Camacho, K. Holt, J.B. Kouri, J.T. Ramírez, M.J. Yacaman // Nanotechnology. – 2005. – N. 16. –P. 2346–2353.
235. Nakagawa, K. Nano- and microencapsulation of flavor in food systems / K. Nakagawa. – UK: Oxford, 2014. - P. 249–272
236. Nanda, R.K. An effective mannosylated chitosan nanoparticle DNA vaccine for FMD virus / R.K. Nanda, B.M. Edao, I.A. Hajam et. Al. // Virol Sin. – 2012. – V.6. – P. 373-376.
237. Nanotechnologies and Food, Volume I [Электронный ресурс]: 1st Report of Session 2009–10 House of Lords Science and Technology Committee: Published by the Authority of the House of Lords, 15 December 2009. – Режим доступа: <http://publications.parliament.uk/pa/ld200910/ldselect/ldsctech/22/22i.pdf> (Дата обращения: 22.06.2017).

238. Nanotechnology and Food Safety: Risk Assessment Studies Report No. 41 / Centre for Food Safety Food and Environmental Hygiene Department The Government of the Hong Kong Special Administrative Region. - September, 2010. - 39 p.

239. Oberdörster, G. Principles for characterizing the potential human health effects from exposure to nanomaterials: elements of a screening strategy / G. Oberdörster, A. Maynard, K. Donaldson, V. Castranova, J. Fitzpatrick, K. Ausman // Particle & Fibre Toxicology. – 2005. – N.2. – P. 2.

240. Peddinti, S. Nanotechnology Applications in Food Industry-A Review / S. Peddinti // Journal of Pharmaceutics and Nanotechnology. – 2016. – V.4. – P. 100-107.

241. Qing, Y. Use of nano-oxide materials as anti-diarrhea agents in piglets / Y. Qing, F.R. Xiao // Digestion Journal world Chinese. – 2013. – V.1. - P. 71–74.

242. Ren, J.B. Effect of different form zinc oxide on the growth performance and diarrhea in the early weaned piglets / J.B. Ren, Z.H. Hu, H.B. Zhao, G.F. Ying //China Animal Husbandry & Veterinary Medicine. – 2013. – V. 6. – P. 125–128.

243. Roco, M.C. National nanotechnology initiative: Past, present and future / Handbook on nanoscience, engineering and technology. Ed. Goddard, W.A et al. CRC, Taylor and Francis, Boca Raton and London, 2007. P. 3.1–3.26.

244. Sahoo. A. Nanotechnology for Animal Health and Production / A. Sahoo, A. Samad; Edited by Sudhi Ranjan Garg. - New Delhi: Daya Publishing House®, 2014. – 328 p.

245. Salvia-Trujillo, L. Excipient nanoemulsions for improving oral bioavailability of bioactives / L. Salvia-Trujillo, O. Martín-Belloso, D.J. McClements // Nanomaterials. – 2016. – V. 6. – P. 17.

246. Sanguansri, P. Nanoscale materials development: a food industry perspective. / P. Sanguansri, M.A. Augustin // Trends in Food Science and Technology. – 2006. – V.17, N.10. – P. 547-556.

247. Scott, N. Nanoscale science and engineering for agriculture and food systems: a report submitted to Cooperative State Research, Education and Extension Service [Электронный ресурс] / N. Scott, H. Chen // National Planning Workshop Washington DC 18–19 November, 2002. - Режим доступа: nseafs.cornell.edu/web.roadmap.pdf (Дата обращения: 06.09.2013)

248. Scott, N.R. Nanoscience in veterinary medicine / N.R. Scott // *Veterinary Research Communications*. – 2007. – P. 139-141
249. Shi, L Effect of sodium selenite, Se-yeast and nano-elemental selenium on growth performance, Se concentration and antioxidant status in growing male goats / L. Shi, W. Xuna, W. Yue, C. Zhang, Y. Rena, L. Shi, Q. Wang, R. Yanga, F. Lei // *Small Ruminant Research*. – 2011. – N.96. – P. 49-52.
250. Singh, S. Achieving Second Green Revolution through Nanotechnology in India / Seema Singh // *Agricultural Situation in India*. – 2012. – V.5. - P. 545-553.
251. Sozer, N. Nanotechnology and its applications in the food sector / N. Sozer, J.L. Kokini // *Trends Biotechnol.* – 2009. – N 15. - P. 9-18.
252. Srinivas, K. Sustainable agriculture based on nanotechnology / K. Srinivas // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. – 2016. – V.7. – N.5. – P. 1681-1689.
253. Srinivas, P.R. Nanotechnology research: applications in nutritional sciences / P.R. Srinivas, M. Philbert, T.Q. Vu, Q. Huang // *The Journal of Nutrition*. - 2010. – V.140. - P. 119–124.
254. Swain, P.S. Preparation and effects of nano mineral particle feeding in livestock: A review / P. S.Swain, D. Rajendran, S. B. N. Rao, G. Dominic // *Veterinary World*. – 2015. – V. 8. – P. 888-891.
255. Tchobanoglous, G. Adsorption. In: Metcalf & Eddy Inc., *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse* / G. Tchobanoglous, F.L. Burton, H.D Stensel. - New York: VcGraw-Hill, 2003. – 1162 p.
256. U.S. FDA. Environmental Decision Memo for Food Contact Notification No. 1569. - Biologist, Regulatory Team 2, Division of Biotechnology and GRAS Notice Review (HFS-255), 2015.
257. U.S. FDA. Listing of color additives exempt from certification Office USGP (Ed.). - Code of federal regulations title 21—food and drugs. - U.S. FDA, Washington, DC, 2002.
258. Valodkar, M. Morphology and antibacterial activity of carbohydrate-stabilized silver nanoparticles / M. Valodkar, A. Bhadoria, J. Pohnerkar, M. Mohan, S. Thakore // *Carbohydrate Research*. – 2010. – V. 345. - P. 1767-1773.

259. Vance, M. E. Nanotechnology in the real world: Redeveloping the nanomaterial consumer products inventory / M. E. Vance, T. Kuiken, E.P. Vejerano, S.P. McGinnis, M.F. Hochella, Jr., Rejeski // *Beilstein Journal of Nanotechnology*. – 2015. – V. 6. – P. 1769-1780.

260. Wang, M.Q. Effect of Chromium Nanoparticle on Growth Performance, Carcass Characteristics, Pork Quality and Tissue Chromium in Finishing Pigs /M.Q. Wang, Z.R. Xu // *Asian-Australian Journal of Animal Sciences*. – 2004. – V.17. – P. 1118-1122.

261. Wang, M.Q. Effects of chromium nanocomposite supplementation on blood metabolites, endocrine parameters and immune traits in finishing pigs /M.Q.Wang, Z.R. Xu, L.Y. Zha, M.D. Lindemann // *Animal Feed Science and Technology*. – 2007. – V.139. – P. 69-80.

262. Warheit, D.B. Pulmonary toxicity studies in rats with thiethoxyoctylsilane (OTES)-coated, pigment grade titanium Webb / D.B. Warheit // *Exp. Lung Res*. – 2003. – V.29 - №6. – P.593-606.

263. Weiss, J. Functional Materials in Food Nanotechnology / J. Weiss, P. Takhistov, D. Julian McClements // *Journal of food science*. – 2006. - V.71, N.9. - P. 107 -116.

264. Woodrow Wilson International Center for Scholars and the Pew Charitable Trusts. An inventory of nanotechnology-based consumer products currently on the market. 2009. Project on emerging nanotechnologies [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.nanotechproject.org/inventories/consumer/> (Дата обращения: 15.01.2014)

265. Xia, MS Effect of nano-selenium on meat quality of pigs / MS Xia, HM Zhang, CH Hu // *Journal of Zhejiang University (Agric.& Life Sci.)*. – 2005. – V.3 – P. 263–268.

266. Xiao, D. Effects of dietary administering chitosan on growth performance, jejunal morphology, jejunal mucosal sIgA, occluding, claudin-1 and TLR4 expression in weaned piglets challenged by enterotoxigenic Escherichia Coli / D. Xiao, T. Zhiru, Y. Yin et. al. // *International Immunopharmacology*. – 2013. – V.17, I.3. – P.670-676.

267. Xiao, J. Nanodiamonds – mediated doxorubicin nuclear delivery to inhibit lung metastasis of breast cancer / J. Xiao, X. Duan, Q. Yin et. al. // *Biomaterials*. – 2013. – V.34 N. 37. – P. 9648-9654.

268. Yang, T. Effects of different sources and levels of Vitamin D3 on performance, eggshell quality and tibial quality of laying hens / T. Yang, Y.N. Gan, Z.F. Song, T.T. Zhao, Y.S. Gong // Chinese Journal of Animal Nutrition. – 2014. – V.3. - P. 659–666.

269. Yeagle, J. Nanotechnology and the FDA / J Yeagle // Virginia Journal of Law & Technology. – 2007. – V. 12. – P.6.

270. You, Z.T. Effects of nano zinc oxide on performance, diarrhea, intestinal microflora and permeability of weanling pigs / Z.T. You, C.H. Hu, J. Song, Z.S. Luan // Chinese Journal Animal Science (Nutrition feedstuffs). – 2012. – V. 21. – P. 43–46.

271. Zhong, L. Preliminary report of germination of rice seeds soaked with Xinghe nano aerator. / L. Zhong, X.R. Chen, J.Y. Guo // Seed. – 2005. – V.2. – P. 55-56.

272. Zhu, J. Function of nano-selenium and its application in livestock breeding / J. Zhu, X. Jiang // Guid Sci Technol Acquir Wealth. – 2005. - V.7. - P. 11-12.

СПИСОК ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА

№ п/п	Название	Страница
1 Список таблиц		
1	Определение потенциальных способов введения наноструктурного вермикулита в организм животных	49
2	Дозы и количества препаратов при определении острой оральной токсичности	52
3	Дозы наноструктурного вермикулита при изучении кумулятивных свойств, г/кг	55
4	Количества веществ при накожном применении	57
5	Живая масса быков при введении в состав рациона наноструктурного вермикулита, кг	59
6	Морфологические показатели крови быков, получавших в кормлении наноструктурный вермикулит	61
7	Биохимические показатели крови быков, получавших в кормлении наноструктурный вермикулит	63
8	Категории молодняка крупного рогатого скота	67
9	Показатели мясной продуктивности быков	69
10	Показатели мясной продуктивности быков 6 Категории говядины от молодняка крупного рогатого скота	70
11	Органолептические показатели мяса быков	73
12	Показатели дегустационной оценки бульона из говядины	74
13	Химический состав и калорийность мяса быков	76
14	Физико-химические показатели говядины	79
15	Показатели микробиологических исследований мяса	83
16	Массовая доля связанной влаги в мясе быков, получавших в рационе наноструктурный вермикулит	86
17	Влагоудерживающая способность мяса быков, получавших в рационе наноструктурный вермикулит	87
18	Суммарное содержание пигментов (гемоглобина и миоглобина) в мясе быков	88
19	Экономический эффект, руб. на 1 рубль затрат применения кормовых добавок вермикулита и наноструктурного вермикулита	91

1	2	3
2 Список рисунков		
1	Направления исследований	41
2	АСМ-изображение топографической поверхности вермикулита, размер частиц 0,1-0,8 мкм	47
3	АСМ-изображение топографической поверхности наноструктурного вермикулита, размер частиц 50,0-160,0 нм	47
4	АСМ-гистограмма распределение частиц наноструктурного вермикулита по размерам (нм)	48
5	Содержание влаги в полусухожильной мышце и длиннейшей мышце спины быков, получавших в рационе вермикулит и наноструктурный вермикулит	84

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ НАИМЕНОВАНИЙ

- АСМ – атомно-силовой микроскоп;
- БАВ – биологически активное вещество;
- БГКП – бактерии группы кишечной палочки;
- ВСС – влагосвязывающая способность;
- ВУС – влагоудерживающая способность;
- ГН – гигиенический норматив;
- ГОСТ – государственный стандарт;
- КМАФАнМ – количество мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы;
- КРС – Крупный рогатый скот;
- ЛД – летальная доза;
- НВ – наноструктурный вермикулит;
- НЧ – наночастица;
- ОР – основной рацион;
- pH – водородный показатель;
- РТ – Республика Татарстан;
- РФ – Российская Федерация;
- СанПиН – санитарно-эпидемиологические правила и нормативы;
- СЗМ – сканирующий зондовый микроскоп;
- СИ – Международная система единиц;
- СТМ – сканирующий туннельный микроскоп;
- США – Соединенные Штаты Америки;
- ТУ – технические условия;
- УДПМ – ультрадисперсный порошок металла;
- ФТС – функционально-технологические свойства;
- Ц – цена реализации;

ПРИЛОЖЕНИЯ

УТВЕРЖДАЮ

Директор Общества с
ограниченной ответственностью
«Агрофирма АЮ»

М.А. Сафиуллин

«30» сентября 2015 г.



АКТ

проведения научно-исследовательской работы:
по разработке технологии применения кормовых добавок на основе
вермикулита и наноструктурного вермикулита для улучшения метаболизма,
увеличения продуктивности животных и повышения качества продукции
животноводства

Мы, ниже подписавшиеся, аспирантка кафедры «Технологии мясных и молочных продуктов» ФГБОУ ВО «Казанского национального исследовательского технологического университета» Сафиуллина Г.Я.; сотрудники ФГБНУ «Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения» – заведующий отделом разработки био- и нанотехнологий в земледелии и животноводстве, д. вет. наук – Ежков В.О., заведующая отделом животноводства и ветеринарии, д. биол. наук – Ежкова А.М.; заведующий фермой Сабиров З.С., скотница Сибгатуллина З.И., составили настоящий акт в том, что в период с 18 июня по 24 сентября 2015 года провели научно-производственный опыт по введению в рацион откормочных быков минеральных кормовых добавок на основе вермикулита и разных доз наноструктурного вермикулита. Всего 125 откормочных быков.

Выполнены следующие работы:

1. Проведены исследование и анализ проб растительных кормов на питательность.

2. Проведены исследования физиологического состояния быков на откорме в возрасте 15-16 месяцев и перед технологическим убоем на мясо – 18-19 месяцев.
3. Сформированы пять групп быков по 25 голов. Быков I контрольной группы содержали на основном рационе (ОР), животные II опытной группы к ОР получали вермикулит в количестве – 1,0% к сухому веществу рациона. Быки III, IV и V опытных групп к ОР получали наноструктурный вермикулит в количествах – 1,0, 0,6 и 0,2%, соответственно, к сухому веществу рациона. Кормовые добавки быкам на откорме вводили ежедневно.
4. В динамике опыта на 1-ые, 30-ые, 60-ые, 90-ые сутки проводили взвешивание быков.
5. На 1-ые и 90-ые сутки опыта у животных всех групп отбирали кровь для морфо-биохимических исследований.
6. На 90-ые сутки опыта в срок технологического убоя, от быков были отобраны биоматериал – длиннейшая мышца спины, поясничная полусухожильная мышца и внутренние органы.

Зав. отделом, д.вет.н.

В.О. Ежков

Зав. отделом, д.б.н.

А.М. Ежкова

Аспирант

Г.Я. Сафиуллина

Зав. фермой

З.С. Сабиров

Скотница

З.И. Сибгатуллина

«30» сентября 2015 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор Общества с
ограниченной ответственностью
«Агрофирма АЮ»

 М.А. Сафиуллин
«01» октября 2016 г.



АКТ

внедрения результатов научно-исследовательской работы:
по разработке технологии применения кормовых добавок на основе
вермикулита и наноструктурного вермикулита для улучшения метаболизма,
увеличения продуктивности животных и повышения качества продукции
животноводства

Результаты научно-исследовательских испытаний по применению кормовых добавок вермикулита и разных доз наноструктурного вермикулита в кормлении быков на откорме, проведенных аспиранткой кафедры «Технологии мясных и молочных продуктов» ФГБОУ ВО «Казанского национального исследовательского технологического университета» Сафиуллиной Г.Я.; сотрудниками ФГБНУ «Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения» – заведующим отделом разработки био- и нанотехнологий в земледелии и животноводстве, д. вет. наук – Ежковым В.О., заведующей отделом животноводства и ветеринарии, д. биол. наук – Ежковой А.М., внедрены в порядке широкого производственного опыта на ООО «Агрофирма АЮ».

Внедрено использование наноструктурного вермикулита в дозе 0,6% к сухому веществу рациона быков на откорме (за три месяца до предполагаемого срока сдачи на мясокомбинат) для улучшения метаболизма, увеличения продуктивности животных и повышения качества продукции животноводства.

Заведующий фермой



З.С. Сабилов

Скотница



З.И. Сибгатуллина

«01» октября 2016 г.

Утверждаю
Проректор по учебной работе
А.В. Бурмистров
«02» октября 2017 г.



КАРТА ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

Информационное письмо Сафиуллиной Гульназ Яхьяевны:
**«Мясная продуктивность и качество говядины при использовании в
рационе быков кормовой добавки наноструктурный вермикулит»**

Принято к внедрению в учебный процесс по разделу «Анатомия и гистология сельскохозяйственных животных», «Биологическая безопасность сырья и продуктов животного происхождения», «Биологическая безопасность сырья и продуктов животного происхождения», «Современные методы контроля качества и экспертиза пищевого сырья и готовой продукции» и используется в лекционном материале при проведении лабораторных работ и выполнении научных исследований магистрантов и аспирантов кафедры технологии мясных и молочных продуктов ФГБОУ ВО «КНИТУ».

Адрес предприятия (организации): 420015 г. Казань, ул. К.Маркса, д.68
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Казанский национальный исследовательский
технологический университет»

Дата 02 октября 2017 года

Зав. каф. технологии мясных
и молочных продуктов,
д.биол.н., профессор



Г.О. Ежкова



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ЗОЛОТАЯ
ОСЕНЬ**



**GOLDEN
AUTUMN**

РОССИЙСКАЯ
АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ
ВЫСТАВКА

RUSSIAN
AGRICULTURAL
EXHIBITION

ДИПЛОМ

НАГРАЖДАЕТСЯ ЗОЛОТОЙ МЕДАЛЬЮ

ФГБНУ «Татарский НИИ агрохимии и почвоведения», г. Казань

*«За разработку технологии применения кормовой добавки из наноструктурного вермикулита для
повышения качества животноводческой продукции».*

МИНИСТР СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

А.Н. ТКАЧЕВ

г. МОСКВА, ВДНХ, 5-8 ОКТЯБРЯ 2016



Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения»
(ФГБНУ «Татарский НИИАХП»)

420059, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Оренбургский тракт, дом 20 а
Тел. (843)277-82-74, факс. (843)277-82-54
E-mail: niiaxp2@mail.ru

№ 112

«24» октября 2016 г.

Справка

дана Сафиуллиной Гульназ Яхьяевне в том, что она действительно является соавтором научно-исследовательской работы «Разработка технологии применения кормовой добавки из наноструктурного вермикулита для повышения качества животноводческой продукции», удостоенной Диплома и Золотой медали Российской агропромышленной выставки «Золотая осень», г. Москва 5-8 октября 2016 года.

Врио директора
ФГБНУ «Татарский НИИАХП»
доктор биологических наук



И.А. Яппаров



**ПИЩЕВЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
И БИОТЕХНОЛОГИИ**

СЕРТИФИКАТ

участника конференции

*Саоршешна Гульназ
Яхьяевна*

Ректор
ФГБОУ ВО «КНИТУ»



Г.С. Дьяконов

г. Казань
13-14 апреля
2016 г.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«ПРИКАСПИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
АРИДНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ»

Сертификат участника

Международной научно-практической конференции,
посвящённой году экологии в России
«НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ
УСТОЙЧИВОСТИ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА»

Сафиуллина Тульназ Яхьяевна

Врио директора ФГБНУ «Прикаспийский НИИ
аридного земледелия», профессор РАН



Н.В. Тютюма

18-19 мая 2017 года

с. Соленое Займище, Астраханская область, Россия

Обладатель сертификата вправе использовать статус участника конференции в
информационных, рекламных и научных публикациях

158

159

160

161

162

163

164

165

г. Казань, ул. Оренбургский тракт, 20 «а»,
Тираж 110 экз.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ «ТАТАРСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ АГРОХИМИИ И ПОЧВОВЕДЕНИЯ»

**ПРИЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
НАНОСТРУКТУРНЫХ АГРОМИНЕРАЛОВ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИХ В
КОРМЛЕНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ**



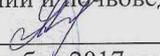
Казань, 2017

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ «ТАТАРСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ АГРОХИМИИ И ПОЧВОВЕДЕНИЯ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор

ФГБНУ «Татарский научно-
исследовательский институт
агрохимии и почвоведения»

 И.А. Яппаров

«06» октября 2017 года

**ПРИЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
НАНОСТРУКТУРНЫХ АГРОМИНЕРАЛОВ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ИХ В КОРМЛЕНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ**

Казань, 2017

В «Приемах...» представлены результаты исследований токсикологической и биологической безопасности наноструктурных агроминералов, полученных из природных агроминералов месторождений Республики Татарстан и Российской Федерации.

Изучены потенциальные пути введения наноструктурных агроминералов в организм животных с выявлением оптимального способа. Установлены безопасные, токсичные и смертельные дозы наноагроминералов при однократном и многократном поступлении в организм животных. Представлены данные по кумулятивным свойствам, кожно-раздражающему и раздражающему слизистую глаза действиям наноструктурных агроминералов.

Обобщены результаты исследований по применению наноструктурных агроминералов в виде кормовых добавок в рационах сельскохозяйственных животных. Показано положительное влияние на росто-весовые показатели, метаболизм и качество животноводческой продукции.

Предназначены для руководителей и специалистов сельскохозяйственных и пищевых предприятий, научных сотрудников, экологов и агрохимиков.

«Приемы...» подготовили:

Яппаров И.А. – директор ФГБНУ «Татарский НИИАХП», доктор биол. наук;

Ежкова А.М. – заведующая отделом животноводства и ветеринарии, доктор биологических наук;

Яппаров А.Х. – научный руководитель организации ФГБНУ «Татарский НИИАХП», доктор с.-х. наук, профессор;

Ежков В.О. – заведующий отделом разработки био - и нанотехнологий в земледелии и животноводстве, доктор ветеринарных наук;

Кириллов Н.П. – старший научный сотрудник отдела животноводства и ветеринарии, кандидат с./х. наук;

Файзрахманов Р.Н. – научный сотрудник отдела животноводства и ветеринарии, кандидат с./х. наук;

Мотина Т.Ю. – старший научный сотрудник отдела агроэкологии и микробиологии, кандидат биол. наук;

Ларина Ю.В. – соискатель ученой степени, кандидат биол. наук;

Герасимов А.П. – кандидат биол. наук;

Сафиуллина Г.Я. – соискатель ученой степени;

Семакина Е.В. – соискатель ученой степени.

«Приемы...» рассмотрены и одобрены на ученом совете ФГБНУ «Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения» (протокол № 17 от «06» октября 2017 года).