

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

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Казань – 2018

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения»

Научный руководитель: доктор ветеринарных наук, доцент
Ежков Владимир Олегович

Официальные оппоненты: **Семенов Владимир Григорьевич** - доктор биологических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия», профессор кафедры морфологии, акушерства и терапии

Фролов Алексей Викторович - доктор биологических наук, автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования Центросоюза Российской Федерации «Российский университет кооперации», Казанский кооперативный институт (филиал), профессор кафедры товароведения и технологии общественного питания

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»

Защита диссертации состоится «29» марта 2018 года в 12⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 220.034.01 на базе ФГБОУ ВО «Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана» по адресу: 420029, Казань, ул. Сибирский тракт, 35

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана» и на сайте <http://www.ksavm.senet.ru>

Автореферат разослан «___» _____ 2018 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Юсупова Галия Расыховна

1 ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. 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 [6, 8, 12].

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 [1, 7, 8]. Среди природных агроминералов вермикулит является эффективнейшим восполнителем минерального питания в организме животных и сорбентом токсинов [2, 10].

Нанотехнологии стали одними из самых перспективных технологий, способных революционизировать традиционную науку о животноводстве, кормовых и пищевых технологиях. В исследованиях многих ученых показано, что наноструктурные кормовые добавки положительно влияют на здоровье животных и их продуктивность [3, 14, 17, 18]. 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 [6, 11, 15, 16].

Большой объем исследований зарубежных и российских ученых направлен на изучение безопасности применения лекарственных веществ, содержащих наночастицы. Ведутся активные поиски адресной доставки их к месту поражения [4, 13, 19].

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 наноструктурного вермикулита 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 ценности говядины и ее функционально-технологические свойства при введении в рацион быков на откорме разных доз 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 его 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. работа «За разработку технологии применения кормовой добавки из наноструктурного вермикулита для повышения качества животноводческой продукции» награждена Золотой медалью.

Результаты научных 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 «КНИТУ».

Методология и методы исследования. В методологическом аспекте разработана методика изготовления наноструктурного вермикулита, изучена его токсикологическая безопасность и применение в качестве кормовой добавки 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.

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.

2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа выполнена в отделе разработки био-, нанотехнологий в земледелии и животноводстве ФГБНУ «Татарский НИИАХП» и на кафедре «Технологии мясных и молочных продуктов» ФГБОУ ВО «КНИТУ».

Химический состав вермикулита определяли методом количественного спектрального анализа на спектрометре ЭС-1 на базе дифракционного спектро-графа ДФС-458 С и фотоэлектронного регистрирующего устройства типа ФП-4.

Наноструктурный вермикулит изготавливали методом ультразвукового диспергирования в научно-исследовательском инновационно-прикладном центре «Наноматериалы и нанотехнологии» при ФГБОУ ВО «КНИТУ», при консультативной помощи доктора технических наук, профессора Е.С. Нефедьева, за что ему признательны и благодарны. Исследование структуры вермикулита и нановермикулита, изучение их физических свойств проводили в этом же центре на сканирующем зондовом микроскопе MultiMode V (фирма «Veeco», США), методом прерывисто-контактной атомно-силовой микроскопии (АСМ).

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

Токсикологическую оценку наноструктурного вермикулита осуществляли на белых мышах, кроликах согласно Методическим указаниям Роспотребнадзора 1.2.2520-09 по оценке безопасности наноматериалов.

Научно-производственный опыт по использованию наноструктурного вермикулита в рационе быков на откорме проводили в ООО «Агрофирма АЮ» Арского района РТ. Были сформированы пять групп по 25 быков в возрасте 15 месяцев (Таблица 1).

Таблица 1 – Схема опыта

Группа животных (n=25)	Особенности кормления
I – контрольная №1	Основной рацион (ОР)
II – опытная	ОР +1,0% вермикулита
III – опытная	ОР + 1,0% наноструктурного вермикулита (НВ)
IV – опытная	ОР + 0,6% наноструктурного вермикулита
V – опытная	ОР + 0,2% наноструктурного вермикулита

Продолжительность опыта составила 90 суток. Технологический убой быков проводили в убойном цехе хозяйства.

Послеубойный ветеринарно-санитарный осмотр туш выполняли согласно «Правилам ветеринарного осмотра убойных животных и ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и мясных продуктов». Органолептические исследования мяса проводили согласно ГОСТ 7269-79 и СанПиН 2.3.2.1078-01.

При изучении химического состава говядины определяли содержание влаги по ГОСТ 33319-2015; жира – методом Сокслета по ГОСТ 23042-86;

белков – по Кьельдалю, ГОСТ 25011-81; минеральных веществ – методом сжигания, ГОСТ 31727-2012; энергетическую ценность рассчитывали по Нечаеву А.П. и др. (2007).

Исследования говядины на содержание солей кадмия и свинца выполняли атомно-абсорбционным методом по ГОСТ 30178-96.

При исследовании физико-химических показателей говядины значение концентрации водородных ионов (рН) мясного экстракта определяли по ГОСТ Р 51478-99 (ИСО 2917-74). Наличие продуктов первичного распада белков, количество летучих жирных кислот определяли в соответствии с ГОСТ 23392-78.

Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) определяли по ГОСТ Р 54354-2011. Исследование количества бактерий группы кишечных палочек проводили по ГОСТ Р 50454-92. Патогенные микроорганизмы в т.ч. сальмонеллы и *Listeria monocytogenes* определяли по ГОСТ 32031-2012.

Функционально-технологические свойства говядины исследовали с определением влагосвязывающих и влагоудерживающих свойств, суммарного содержания пигментов по Юнусову Э.Ш. и др. (2013).

Расчет экономической эффективности применения наноструктурного вермикулита быкам выполнили по И.Н. Никитину и В.А. Апалькину (2006) с учетом действующих цен.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Структура и некоторые физико-химические свойства вермикулита и наноструктурного вермикулита

При исследовании вермикулита методом АСМ установлено, что он представлен сетчатой структурой, и содержит вытянутые многогранные частицы микрометрового диапазона до 0,8 мкм, соединенные между собой в виде «забора» или «гармошки».

Наноструктурный вермикулит представлен разрозненными частицами округло-овальной формы с размерами 50,0-160,0 нм. До 80% частиц наноструктурного вермикулита имели размер от 50,0 до 70,0 нм. Встречались единичные частицы червеобразной формы до 0,2 мкм.

Наноструктурный вермикулит – суспензия хаотично распределенных наноструктурных частиц минерала в деионизированной воде. При хранении частицы нановермикулита осаждаются, при встряхивании вновь образуют взвесь. Период обратной агломерации частиц составляет до 30-32 суток.

3.2 Потенциальные способы введения и токсикологическая оценка наноструктурного вермикулита

При выявлении потенциальных способов введения наноструктурного вермикулита в организм животных апробировали внутрижелудочное введение и внутримышечные, подкожные и внутрибрюшинные инъекции. Установлен безопасный способ введения нановермикулита через органы

желудочно-кишечного тракта. Инъекции внутримышечно, внутрибрюшинно и подкожно сопровождались воспалительными и некротическими процессами контактных органов и тканей. При внутрибрюшинном введении препарата к концу третьих суток регистрировали гибель 30% животных.

При исследовании токсичности наноструктурного вермикулита при однократном внутрижелудочном введении установили, что дозы 0,2 и 0,6 г/кг живой массы являются безопасными. Нановермикулит в дозе 2,0 г/кг живой массы вызывает клинические признаки интоксикации с выраженной дозозависимой степенью проявления симптомов. Доза наноструктурного вермикулита 3,0 г/кг живой массы и более является летальной, обуславливающей гибель 10% поголовья.

При многократном поступлении в организм животных наноструктурного вермикулита первые 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. Коэффициент кумуляции по Медведю Л.И. и др. (1968) составил 8,3. На кожу кроликов наноструктурный вермикулит не оказывал кожно-раздражающего действия.

Таким образом, 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 нановермикулит относится к 4 классу химических веществ, по гигиенической классификации – к малотоксичным соединениям.

3.3 Влияние кормовой добавки наноструктурного вермикулита на морфо-биохимические показатели крови и живую массу быков на откорме

В период опыта не отмечали гибели быков на откорме, сохранность поголовья в контрольной и во всех опытных группах составила 100,0%. 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 (Таблица 2).

Таблица 2 – Показатели живой массы быков

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±2,34	354,9±3,15	354,1±4,12	353,9±3,56	354,5±2,48
16 мес.	370,2±3,28	380,3±2,84	388,2±4,52	391,4±2,18	387,5±1,18
17 мес.	396,1±6,12	409,2±5,32	420,8±6,38	426,1±6,34	424,1±8,14
18 мес.	423,6±9,86	442,7±8,56	450,3±4,42*	463,0±5,18*	457,9±6,74
Прирост за опыт, кг	73,2±1,24	91,5±2,10	96,2±3,56	109,1±5,14	103,4±4,28
% к контролю	100,0	104,5	106,3	109,3	108,1

*P<0,05

У быков, получавших в составе рациона кормовую добавку вермикулит, живая масса увеличилась на 4,5% в сравнении с контрольными быками. Животные, получавшие к основному рациону 0,6% наноструктурного вермикулита, показали наилучший результат.

Анализ гематологических показателей быков, получавших в рационе кормовые добавки вермикулит и наноструктурный вермикулит, выявил, что все показатели были в пределах границ физиологической нормы. В динамике опыта нановермикулит усваивался более активно, имел дозозависимую тенденцию и восполнял минеральный обмен веществ. При введении наноструктурного вермикулита установлено увеличение содержания гемоглобина на 7,3-10,5%, количества эритроцитов на 6,4-16,1%, при показателях вермикулита 3,1 и 6,4%, соответственно. Лейкоцитарный профиль крови изменялся несущественно (Таблица 3).

Таблица 3 – Морфо-биохимические показатели крови быков

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
Гемоглобин, г/л	104,8±3,28	108,1±2,54	112,5±8,34	115,8±4,52*	113,6±6,34
Эритроциты, 10 ¹² /л	6,2±0,56	6,6±1,0	6,6±0,82	7,2±0,76*	7,0±0,48*
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	7,9±0,68	8,3±0,24	8,2±0,53	8,0±0,41	8,0±0,84
Общий кальций, ммоль/л	2,82±0,18	3,10±0,26	3,22±0,32	3,28±0,16*	3,23±0,34
Неорган. фосфор, ммоль/л	1,86±0,11	1,98±0,25	2,0±0,23	2,06±0,07*	2,04±0,21
Резерв. щелочность, об%СО ₂	53,4±1,32	55,4±2,62	57,9±6,22	60,6±2,28	58,2±3,30
Общий белок, г/л	81,4±2,28	82,5±4,54	82,5±3,44	83,0±5,16	82,8±2,38

*P<0,05

Введение в рацион быков легкодоступных макро-, микроэлементных соединений в составе наноактивированного вермикулита обусловило дозозависимое увеличение 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. У животных, получавших вермикулит, содержание увеличилось на 9,0; 6,5 и 3,7%, соответственно.

3.4 Предубойное исследование быков и послеубойная ветеринарно-санитарная экспертиза туш и внутренних органов

При предубойной оценке быков по категориям упитанности животные контрольной, II опытной, получавшей вермикулит, и III опытной, получавшей наноструктурный вермикулит в дозе 1,0%, соответствовали категории «Отличная» с живой массой не менее 400,0 кг (Таблица 4).

Быки IV и V опытных групп, получавшие наноструктурный вермикулит

в дозах 0,6 и 0,2% к рациону, соответствовали по живой массе категории «Экстра» – не менее 450,0 кг. По классности быки контрольной группы и быки II и III опытных групп, получавших вермикулит и наноструктурный вермикулит в дозе 1,0%, соответствовали классу «Г», подкожные жировые отложения у быков этих групп соответствовали подклассу 1. Опытные быки, получавшие в рационе 0,6% и 0,2% наноструктурного вермикулита, соответствовали классу «Б», подкожные жировые отложения подклассу 1.

Таблица 4 – Показатели мясной продуктивности быков

Показатели	Группы (n=25)				
	I контрольная	II OP + 1,0% вермикулит	III OP + 1,0% НВ	IV OP + 0,6% НВ	V OP + 0,2% НВ
Живая масса, кг	423,6±9,86	442,7±8,56	450,3±4,42*	463,0±5,18*	457,9±6,74
% к контр.	100,0	104,5	106,3	109,3	108,1
Масса туши, кг	220,7±11,3	232,2±9,4	237,3±10,8	245,8±12,4*	242,2±11,8
% к контр.	100,0	105,2	107,5	111,4	109,7
Убойный выход, %	52,1	52,4	52,7	53,1	52,9
% к контр.	100,0	100,6	101,2	102,0	101,5

*P<0,05

При послеубойной ветеринарно-санитарной экспертизе туш и внутренних органов визуально патологических изменений не установлено. Туши по внешнему виду сходны 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.

Наибольшее увеличение массы туш достигнуто у быков, получавших в кормлении наноструктурный вермикулит в дозе 0,6% ($P < 0,05$). Туши быков, получавших 1,0% и 0,2% наноструктурного вермикулита в составе рациона, были тяжелее контрольных на 7,5 и 9,7% соответственно. Масса туш быков, получавших в кормлении вермикулит, была выше контрольных на 5,2%.

По массе туш говядина быков, получавших нановермикулит в дозах 0,6 и 0,2% к рациону, соответствовала категории «Экстра» (не менее 240 кг), а от быков контрольной и, получавших вермикулит и наноструктурный вермикулит в дозе 1,0%, – категории «Отличная» (не менее 205 кг).

По классности говядина от быков контрольной группы и опытных групп, получавших вермикулит и наноструктурный вермикулит в дозе 1,0%, соответствовала классу «Г», по содержанию жира 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. Говядина от опытных быков, получавших в рационе 0,6% и 0,2% наноструктурного вермикулита, соответствовали классу «Б», по содержанию жира 1 подклассу. Характеризовалась покрытием мышц, за исключением лопаток и

выпуклостей зада, слоем жира 4-5 мм толщиной на спине в области 10-12-го ребер.

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 составило на 1,2-2,0%.

3.5 Органолептическая оценка мяса быков

Туши опытных животных по внешнему виду визуально не отличались от контрольных, имели корочку подсыхания бледно-красного цвета. На разрезе мясо было 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. 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. Наибольшая площадь мышечного глазка зафиксирована у быков, получавших в кормлении вермикулит и наноструктурный вермикулит в дозах 0,2-0,6% к рациону.

Комиссионная дегустационная оценка бульонов из говядины контрольных и опытных быков показала, что по сумме баллов наилучшие результаты достигнуты в образцах бульонов из мяса быков, получавших в составе рациона вермикулит и наноструктурный вермикулит в дозах 1,0 и 0,6% к сухому веществу рациона.

3.6 Химический состав мяса быков

Введение в рацион быков наноструктурного вермикулита обусловило уменьшение влажности в мясе спинного отруба на 1,3-2,2% ($P < 0,05$) и тазобедренного отруба – на 0,6-1,9%, в сравнении с контролем (Таблица 5).

Содержание минеральных веществ увеличилось в мясе спинного отруба на 7,0-9,0%, тазобедренного отруба – на 4,5-9,0%, при показателях вермикулита – 4,5 и 3,7%, в сравнении с контрольными аналогами.

Отмечали незначительное увеличение белка на 3,2-4,8% в говядине опытных быков в сравнении с контрольными. Существенной разницы по этому показателю в мясе быков, получавших вермикулит и наноструктурный вермикулит, не выявлено.

Установлено увеличение содержания жира в мясе опытных быков. В говядине спинного отруба животных, получавших в рационе наноструктурный вермикулит, увеличение жира составило 5,1-7,2%, тазобедренного отруба – 6,0-8,3%, при показателях вермикулита – 4,2 и 3,2%, соответственно.

Таблица 5 – Химический состав и калорийность 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
<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±0,80	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 (#)	188,0±3,24	190,0±3,15	194,5±4,12	191,6±2,78	191,1±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 (#)	187,0±2,58	189,0±5,34	190,8±6,28	190,6±4,16	190,4±5,18

(#) Нечаев А.П. Пищевая химия / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова. – СПб.: ГИОРД, 2007. – 640 с.

Увеличение содержания белка и жира обусловило повышение калорийности мяса на 1,1-3,4% в опытной говядине. При этом, сравнительно более калорийным было мясо быков, получавших 1,0% наноструктурного вермикулита, менее – мясо быков, получавших вермикулит в дозе 1,0%.

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.

3.7 Физико-химические свойства мяса

Величина рН мясного экстракта, полученного от опытных и контрольных быков, была в пределах нормативных границ для свежего мяса. В говядине контрольных быков величина рН была 5,69±0,06, у получавших вермикулит – 5,76±0,02, у получавших разные дозы наноструктурного вермикулита колебалась в пределах от 5,71±0,03 до 5,78±0,03 ($P < 0,05$).

Количество летучих жирных кислот в мясе быков контрольной и опытных групп не имело существенных различий, и было в пределах от 3,35±0,27 до 3,57±0,19 мг КОН на 100 г мяса для опытной говядины и 3,60±0,54 мг КОН в мясе контрольных животных, что не превышало допустимого уровня для свежего мяса.

Качественная реакция на присутствие продуктов первичного распада белков была отрицательной во всех образцах мяса контрольной и опытных групп, что свидетельствовало о свежести и доброкачественности говядины по истечению первых суток после убоя.

Реакция на пероксидазу при исследовании говядины от опытных и контрольных быков была положительной, и характеризовала мясо, как полученное от здоровых животных.

При исследовании говядины контрольных и опытных животных установлено, что содержание солей кадмия и свинца не превышали допустимых концентраций, что обусловлено содержанием быков в регионе наименьшей степени техногенной нагрузки РТ и использованием кормов собственного производства. Установлено, что в говядине опытных быков количество тяжелых металлов было меньше, чем у 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 (Таблица 6).

Таблица 6 – Содержание солей тяжелых металлов в говядине

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
Соли кадмия, мг/кг	0,03±0,01	0,02±0,01	0,01±0,01*	0,01±0,01	0,02±0,01
	допустимое количество солей кадмия по СанПиНу – 0,05мг/кг				
Соли свинца, мг/кг	0,14±0,01	0,12±0,01	0,10±0,02*	0,11±0,02	0,12±0,01
	допустимое количество солей свинца по СанПиНу – 0,5 мг/кг				

3.8 Микробиологические исследования мяса быков

Значения показателя КМАФАнМ в мясе контрольных и опытных быков существенно не различались, находились в пределах $1,46 \times 10^3$ - $1,62 \times 10^3$ КОЕ/г, что было ниже нормативного значения – 1×10^4 КОЕ/г. Патогенная микрофлора, в том числе микроорганизмы рода *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* в 25 г каждой пробы, бактерии группы кишечной палочки (БГКП) в 0,01г каждой пробы не выделена.

Исследование мазков-отпечатков говядины животных всех групп показало отсутствие следов распада мышечной ткани. Единичные кокки в мазках-отпечатках контрольных и опытных образцов мяса составляли 1,3-1,6, что было существенно ниже допустимых значений. Полученные результаты свидетельствовали о свежести и соответствии говядины контрольных и опытных быков санитарно-гигиеническим требованиям.

3.9 Функционально-технологические свойства мяса

Функционально-технологические свойства мяса являются приоритетными при определении степени его применимости для производства мясопродуктов. Основным методом удлинения срока хранения пищевого продукта является уменьшение содержания в нем влаги. Содержание влаги в говядине быков, получавших в кормлении наноструктурный вермикулит, составило 73,1-74,0%, получавших вермикулит – 73,9-74,1%, что было ниже контрольных значений 74,8-75,1%. Отмечали дозозависимый характер содержания влаги в мясном сырье: при

использовании наибольшей дозы наноструктурного вермикулита с большей интенсивностью уменьшалась влажность мяса.

Введение в рацион быков минеральных кормовых добавок способствовало увеличению влагосвязывающей способности мясного сырья (Таблица 7).

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%.

В пробах говядины от быков, получавших наноструктурный вермикулит, влагоудерживающая способность составила 38,8-40,2%, и была существенно выше показателей мяса быков, получавших вермикулит – 37,4-37,8% и контрольных значений – 35,2-35,4%.

Таблица 7 – Влагосвязывающие и влагоудерживающие свойства 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
<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
Влагоудерживающая способность	35,4±1,3	37,4±1,4	40,2±0,9*	38,9±1,1	38,6±1,7
<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
Влагоудерживающая способность	35,2±1,2	37,8±1,5	41,4±1,4*	40,5±1,3	39,8±1,1

* P<0,05

Суммарное содержание пигментов в мышечных тканях контрольных и опытных быков, существенно не различалось, было в пределах 10,078-10,089 и не имело достоверных изменений. 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.

Достигнутые характеристики мясного сырья, при введении в рацион быков наноструктурного вермикулита, сделали говядину более привлекательной для применения в изготовлении и длительном хранении мясопродуктов.

3.10 Экономическая эффективность использования кормовой добавки наноструктурного вермикулита при выращивании быков

Стоимость дополнительно полученной продукции с применением

кормовой добавки вермикулит в количестве 1,0% к сухому веществу 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.

Экономический эффект от применения кормовой добавки вермикулит составил 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.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Наноструктурный вермикулит с размерами частиц 50,0-160,0 нм изготовлен ультразвуковым диспергированием термо-, механо-активированного 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 животных 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 микрофлоры 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 «КНИТУ».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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. – Т.1. – С. 120-122.
2. 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.
3. 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 др.] // Российские нанотехнологии. 2015. – Т.10. №1-2. – С. 100-105.
4. 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.
5. 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.
6. 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)
7. 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.
8. 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).
9. 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.
10. 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.
 11. Яппаров, А.Х. Научное обоснование получения наноструктурных и нанокомпозитных материалов и технология их использования в сельском хозяйстве /А.Х. Яппаров, Ш.А. Алиев, И.А. Яппаров, А.М. Ежкова [и др.]; под общ. ред. А.Х. Яппарова и Л.В. Коваленко. – Казань: Центр инновационных технологий, 2014. – 304 с.
 12. 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. №3. – P. 36-47.
 13. 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. – №4. – P. 599-611.
 14. 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.
 15. 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, № 2. – P. 369-400.
 16. 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.
 17. Peddinti, S. Nanotechnology Applications in Food Industry-A Review / S. Peddinti // Journal of Pharmaceutics and Nanotechnology, 2016. – V.4. – P. 100-107.
 18. Srinivas, K. Sustainable agriculture based on nanotechnology /K. Srinivas // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences, 2016. – V.7. – №5. – P. 1681-1689.
 19. Xiao, J. Nanodiamonds – mediated doxorubicin nuclear delivery to inhibit lung metastasis of brest cancer /J. Xiao, X. Duan, Q. Yin et. al. // Biomaterials. – 2013. – V.34. № 37. – P. 9648-9654.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Сафиуллина, Г.Я. Физико-химические и структурные свойства наноразмерного вермикулита /Г.Я. Сафиуллина // Материалы XV Международной конференции молодых ученых «Пищевые технологии и биотехнологии». Сборник докладов. – Казань: Изд-во «БРИГ», 2016. – С. 303-304.

2. *Ежкова, А.М. Содержание тяжелых металлов в говядине при различной степени техногенной нагрузки / А.М. Ежкова, И.А. Яппаров, В.О. Ежков, Р.Н. Файзрахманов, **Г.Я. Сафиуллина**, Д.В. Ежков, М.Г. Газизов // Вестник Казанского технологического университета. – 2016. – Т.19, №20. – С. 179-183.

3. ***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.

4. Ежков, В.О. Наноструктурный вермикулит: строение, свойства и безопасность применения в животноводстве / В.О. Ежков, **Г.Я. Сафиуллина**, Е.С. Нефедьев, И.Р. Низмеев, 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.

5. Ежков, Д.В. Мясная продуктивность быков и токсикологическая оценка говядины при применении кормовой добавки наноструктурный вермикулит / Д.В. Ежков, **Г.Я. Сафиуллина**, К.Г. Валеуллов, А.М. Ежкова // Научно-практические пути повышения экологической устойчивости и социально-экономическое обеспечение сельскохозяйственного производства: материалы международной научно-практической конференции. Соленое Займище: Изд-во ФГБНУ «ПНИИАЗ», 2017. – С. 1372-1376.

6. Ежкова, А.М. Приемы определения биологической безопасности наноструктурных агроминералов для использования их в кормлении сельскохозяйственных животных / А.М. Ежкова, И.А. Яппаров, А.Х. Яппаров, В.О. Ежков, Р.Н. Файзрахманов, **Г.Я. Сафиуллина** [и др.] // Приемы. Казань, ФГБНУ «ТатНИИАХП», 2017. – 44 с.

7. *Ежкова, А.М. Наноструктурные агроминералы для улучшения физико-химических и микробиологических показателей мяса / А.М. Ежкова, **Г.Я. Сафиуллина**, Д.В. Ежков, К.Г. Валеулов // Вестник Казанского технологического университета. – 2017. – Т.20, №18. – С. 138-142.

8. ***Сафиуллина, Г.Я.** Морфологический и биохимический состав крови животных при введении в рацион нативного и наноструктурного агроминерала / Г.Я. Сафиуллина, К.Г. Валеулов, Д.В. Ежков, Р.Н. Файзрахманов, А.М. Ежкова // Вестник Казанского технологического университета. – 2017. – Т.20, №21. – С. 126-130.

* – рецензируемые научные издания из перечня ВАК при Министерстве образования и науки РФ.

