

На правах рукописи

Широкова Надежда Васильевна

**ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И
РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОВЕЦ РАЗНОГО
ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ И
ПЕРЕРАБОТКЕ БАРАНИНЫ В УСЛОВИЯХ ЮГА РОССИИ**

06.02.10 – частная зоотехния, технология производства продуктов
животноводства

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
доктора биологических наук

Волгоград – 2020

Работа выполнена в ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции»

Научный консультант: доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, Заслуженный деятель науки РФ
Горлов Иван Федорович

Официальные оппоненты: **Селионова Марина Ивановна** – доктор биологических наук, профессор (ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, заведующая кафедрой разведения, генетики и биотехнологии животных);
Лушников Владимир Петрович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор (ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова», профессор кафедры «Технология производства и переработки продукции животноводства»);
Двалишвили Владимир Георгиевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор (ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста», главный научный сотрудник отдела генетики, разведения с.-х. животных и технологий животноводства).

Ведущая организация:

ФГБНУ «Калмыцкий научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. Н.Б. Нармаева – филиал ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук»

Защита состоится «___» _____ 2021 г. в 10.00 часов на заседании диссертационного совета Д 006.067.01 на базе ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции» по адресу: 400131, г. Волгоград, ул. Рокоссовского, 6.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в библиотеке ГНУ НИИММП и на сайтах: volniti.ucoz.ru; vak.minobrnauki.gov.ru

Автореферат разослан «___» _____ 2021 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Мосолов Александр Анатольевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. В настоящее время, в сложных экономических и внешнеполитических условиях, отечественное животноводство выступает одним из приоритетных направлений, задачами которого является разработка программ улучшения пород за счет высоких продуктивных показателей путем рационального использования их генетических ресурсов.

В связи с сокращением в стране поголовья овец возникла необходимость увеличения частоты встречаемости желательных генов в популяциях путем выявления и широкого использования ценных племенных особей. При этом существующие на данный момент российские породы овец не обладают в полной мере необходимым уровнем продуктивности, прежде всего, из-за невысоких мясных качеств. Для увеличения объемов производства продукции овцеводческой отрасли необходимо максимально использовать генетический потенциал пород отечественной и зарубежной селекции, влияющий на хозяйственно-биологические особенности и уровень продуктивности животных.

Современное животноводство предъявляет все более строгие требования к оценке продуктивности животных, поэтому актуальной задачей является повышение показателей мясной продуктивности, воспроизводительных качеств овец, разводимых в Российской Федерации с помощью надежных высокочувствительных методов, основанных на использовании ДНК-маркеров [58, 63, 77].

По мнению Горлова И.Ф. (2016), Колосова Ю.А. (2017), Абонеева В.В. (2018), признаки мясной и откормочной продуктивности отличаются большой вариабельностью и трудоемкостью массового определения, в связи с этим разработка методов комплексной оценки и ранней диагностики продуктивных качеств овец позволит увеличить производство продуктов животноводства при снижении затрат труда и средств на единицу продукции.

В условиях Южного федерального округа широко распространены овцы волгоградской, сальской, эдильбаевской пород. Однако исследований, направленных на разработку методов повышения продуктивных и воспроизводительных качеств овец с применением ДНК-маркеров, в настоящее время недостаточно.

Мясо овец является ценным видом мясной продукции, имеющим приоритетное направление в обеспечении продовольственной безопасности страны. Ряд авторов отмечают, что баранина, по сравнению с мясом других животных, содержит меньше холестерина, а ягнятину по своим характеристикам можно отнести к диетическим продуктам. В связи с тем, что баранина отличается высокими питательными и вкусовыми качествами, в последнее время повышается спрос населения на продукты ее переработки.

В данном контексте следует отметить, что ассортимент мясопродуктов на основе баранины считается недостаточно развитым как в России, так и в Европе, и его рыночный потенциал предстоит еще осваивать.

Особую значимость принимает разработка эффективных технологий переработки мяса баранины. Разработкой функциональных мясных изделий занимались многие российские исследователи такие, как Гиро Т.М., Лисицын

А.Б., Горбатов В.М., Рогов И.А., Лушников В.П., Колосов Ю.А., Карабаева М.Э.

В связи с вышеизложенным изучение хозяйственно-биологических особенностей овец и рационального использования их генетического потенциала при производстве конкурентоспособной баранины и продуктов её переработки характеризуется актуальностью и требует расширенного изучения и научно-производственного обоснования.

Степень разработанности темы исследования. В Российской Федерации многочисленные исследования по изучению хозяйственно-биологических особенностей овец представлены в трудах Забелиной М.В. (2006), Дегтярь А.С. (2014), Колосова Ю.А. (2016), Абонеева В.В. (2016), Марченко В.В. (2017), Ерохина А.И. (2017), Лушников В.П. (2018), Филатова А.С. (2018), Чамурлиева Н.Г. (2018), Засемчук И.В. (2019).

В настоящее время молекулярно-генетические исследования завоевывают все большую популярность в работах, направленных на изучение сельскохозяйственных животных. По мнению Колосова Ю.А. (2014), Трухачева В.И. (2015), Гетманцевой Л.В. (2016), Юлдашбаева Ю.А. (2016), Горлова И.Ф. (2018), Злобиной Е.Ю. (2018), Лушников В.П. (2020), Селионовой М.И. (2020), перспективным путем повышения уровня производства продукции овцеводства можно считать применение ранней диагностики продуктивных качеств овец, что подтверждается в настоящее время мировой практикой получения дополнительных сведений об особенностях генотипов используемых животных в целях оптимизации менеджмента продукции отрасли. Следует отметить, что, несмотря на развитие геномных технологий, на сегодняшний день секвенирование нуклеотидных последовательностей генов, влияющих на хозяйственно-полезные признаки, остается достаточно дорогостоящим и трудоемким методом исследования.

Одним из эффективных подходов выявления аллельного полиморфизма генов, влияющих на хозяйственно-полезные признаки у овец российских пород, является использование полимеразной цепной реакции с последующим анализом полиморфизма длин рестрикционных фрагментов.

В работах Гладырь Е.А. (2012), Селионовой М.И. (2014), Леоновой М.А. (2015), Костюниной О.В. (2016), Зиновьевой Н.А. (2016), Горлова И.Ф. (2019), Криворучко А.Ю. (2020) отмечается высокая роль ДНК-маркеров в характеристике экономически-значимых признаков продуктивности сельскохозяйственных животных. Разработка методов комплексной оценки и ранней диагностики продуктивных качеств в овцеводстве привлекают особое внимание ученых как в нашей стране (Горлов И.Ф. и др., 2016; Гетманцева Л.В. и др., 2016; Костюнина О.В. и др., 2016; Лушников В.П. и др., 2020), так и за рубежом (Gabor, M. et al., 2009; Asadi, N. et al., 2014; Malewa, A.D. et al., 2014; Grover, A. et al., 2016; Kim, E.S. et al., 2016; Kumar, P. et al., 2017).

Вопросам изучения биологической и пищевой ценности баранины, функционально-технологическим свойствам мясных систем и технологии производства продуктов на ее основе посвятили свои научные труды Рогов И.А., Гиро Т.М., Лушников В.П., Забелина М.В., Колосов Ю.А. и др. Мясо баранины – ценный продукт, характеризующийся определенными органолептическими

особенностями, которые необходимо учитывать при разработке новых продуктов на промышленной основе. В частности, использование многокомпонентного рассола, растительного сырья позволит улучшить органолептические свойства мясопродуктов из баранины.

Разработке и созданию мясопродуктов, предназначенных для профилактики, лечения и предупреждения этиологии заболеваний, изучению биологической и пищевой ценности, функционально-технологическим свойствам мясных систем посвятили свои работы Жаринов А.И. (2000), Лисицын А.Б. (2003), Рогов И.А. (2005), Шлыков С.Н. (2017). Однако эти проблемы остаются актуальными и в настоящее время.

Учитывая высокую социальную значимость отрасли овцеводства для Российской Федерации, важность получения высококачественной мясной продукции в достаточных объемах для поддержания рентабельности производства продукции отрасли на фоне необходимости рационального использования имеющихся ресурсов, получение сведений о наличии молекулярно-генетических маркеров продуктивных и биологических особенностей у овец сальской, волгоградской и эдильбаевской породы, которые могут позволить выявлять наиболее перспективных для использования животных, является весьма актуальной задачей. При всей многогранности и широте выполненных ранее исследований вопросы хозяйственно-биологических особенностей и рационального использования овец разного генетического потенциала при производстве конкурентоспособной баранины и продуктов ее переработки разработаны недостаточно.

Цель и задачи исследований. Целью исследований, которые выполнены по грантам Президента РФ МК-1030.2017.11, РНФ 15-16-10000, РНФ 19-76-10010, явилось изучение хозяйственно-биологических особенностей и рационального использования овец разного генетического потенциала при производстве конкурентоспособной баранины и разработка технологии мясопродуктов для здорового питания.

В связи с этим решались следующие задачи:

- изучить хозяйственно-биологические особенности овец сальской породы различных генотипов генов *GDF9*, *GH*, *CLPG*;
- изучить хозяйственно-биологические особенности овец волгоградской породы различных генотипов генов *GDF9*, *GH*, *CLPG*;
- изучить хозяйственно-биологические особенности овец эдильбаевской породы различных генотипов генов *GDF9*, *CAST*, *CLPG*;
- определить желательные генотипы, закрепление которых в популяции будет способствовать повышению продуктивных качеств овец;
- разработать рациональные приемы улучшения мясной продуктивности и качества баранины;
- разработать технологии мясопродуктов из баранины, расширяющих ассортимент продукции и соответствующих принципам здорового питания;

- дать экономическую оценку производству баранины, произведенной от молодняка сальской, волгоградской, и эдильбаевской породы с учетом желательных генотипов.

Научная новизна исследований. Получены новые данные комплексной оценки и диагностики продуктивных качеств овец сальской, волгоградской и эдильбаевской пород. Впервые проведен анализ распределения аллельных вариантов генов *GDF9*, *GH*, *CAST*, *CLPG* у овец различного направления продуктивности. Впервые изучено влияние полиморфизма генов на воспроизводительные качества, интенсивность роста, мясную продуктивность, пищевую и биологическую ценность мяса у овец сальской, волгоградской и эдильбаевской пород. Впервые получены данные о нуклеотидных последовательностях фрагмента D-петли мтДНК овец калмыцкой курдючной породы, а также исходного и нового внутривидового типа эдильбаевской породы. Полученные результаты исследований дополняют и расширяют базу знаний о генетических факторах, влияющих на хозяйственно-биологические особенности овец. Рассмотрены теоретические и практические представления о влиянии породной принадлежности овец на физико-химические, биохимические и структурно-механические свойства мясного сырья.

Разработаны рецептуры мясных и колбасных изделий из баранины для ниши продуктов здорового питания. Определены оптимальные технологические параметры получения мясных изделий из баранины. Исследованы качественные показатели, состав и свойства мясных изделий.

Новизна и приоритетность разработанных отдельных технических решений подтверждается патентами РФ на изобретение (патент RU 251539 C2 «Колбаса полукопченая» от 10.05.2014 г., патент RU 2634437 C1 «Композиция рассола для приготовления деликатесного продукта из мяса овец» от 30.10.2017, RU патент №2662679 «Способ оценки высокой мясной продуктивности овец сальской породы» (26 июля 2018 год) и 1 свидетельством о государственной регистрации базы данных генотипов овец по генам *GDF9*, *GH*, *CAST* №2017621130 (2 октября 2017 года).

Теоретическая и практическая значимость работы. Значимость исследований заключается в расширении полученных данных, позволяющих совершенствовать и прогнозировать продуктивные качества овец на ранних стадиях онтогенеза. В результате проведенных исследований были получены данные о влиянии полиморфизма генов *GDF9*, *GH*, *CAST* на продуктивные качества овец. Установлены желательные генотипы ДНК-маркеров *GDF9*, *GH*, *CAST*, ассоциативные с уровнем воспроизводительных, мясных и откормочных качеств у овец сальской, волгоградской и эдильбаевской породы. В результате проведенных исследований дана оценка качества и пищевой ценности готовых продуктов. Предложена и апробирована модель, позволяющая реализовать методические подходы в условиях хозяйствующего субъекта. Результаты работы внедрены в хозяйство ООО «Белозерное» Сальского района, Ростовской области, ООО «Волгоград-Эдильбай» Волгоградской области, СПК Племзавод «Ромашковский» Палласовского района, Волгоградской области, ООО «РКЗ-

Тавр» и были использованы при написании монографии «Использование баранины в технологии деликатесных изделий» (LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH, 2017), при разработке учебно-методических пособий: «Усовершенствование селекционного процесса на основе молекулярно-генетических методов» (г. Волгоград, 2015), «Пищевая биотехнология» (п. Персиановский, 2018), при разработке рекомендаций «Новые подходы к производству животноводческого сырья и повышению биологической ценности продукции на основе современных методов» (г. Волгоград, 2015), «Эффективность производства животноводческого сырья и производимой из него продукции на основе современных технологий» (г. Волгоград, 2015). Внедрение предложенных разработок в производство даёт высокий экономический эффект.

Методология и методы диссертационного исследования. Методологической основой для выполнения исследований, представленных в работе, послужили научные работы, изложенные в научных трудах отечественных и зарубежных исследователей по соответствующей теме. В ходе выполнения работы применялись общеизвестные зоотехнические, физиологические, биохимические и молекулярно-генетические методы с использованием современного оборудования лаборатории молекулярной диагностики и биотехнологии Донского государственного аграрного университета и ФГБНУ Поволжского научно-исследовательского института производства и переработки мясомолочной продукции. Аналитические данные, полученные в ходе экспериментальных работ, обрабатывались статистическими методами с использованием соответствующих программных пакетов.

Положения диссертации, выносимые на защиту:

- воспроизводительная способность и сохранность молодняка овец сальской, волгоградской, эдильбаевской породы с различными генотипами по гену *GDF9*;
- откормочные и мясные качества овец сальской и эдильбаевской породы с различными генотипами по гену *GH*;
- откормочные и мясные качества овец волгоградской породы с различными генотипами по гену *CAST*;
- желательные генотипы по исследуемым ДНК-маркерам для повышения эффективности селекции;
- технология мясопродуктов с заданными функционально-технологическими свойствами;
- оценка рентабельности производства молодняка овец сальской, волгоградской и эдильбаевской породы с учетом желательных генотипов.

Степень достоверности и апробация результатов исследований.

Степень достоверности полученных результатов исследований базировалась на использовании традиционных и новых подходов общепринятых положений фундаментальных и прикладных наук. Эксперименты проводились в условиях крупных сельскохозяйственных предприятий согласно методическим указаниям, обоснованы и согласуются с известными закономерностями и информацией в литературных источниках, уровень достоверности которых доказан посредством статистической обработки. Основные положения диссертации и результаты

исследований доложены, обсуждены и получили одобрение на конференциях разного уровня, в том числе международных (г. Москва, 2015, 2017), (г. Ростов-на-Дону, 2016, 2017, 2018, 2019), (г. Ульяновск, 2017), (г. Волгоград, 2013), (г. Владикавказ, 2018), национальных (г. Брянск, 2020). Наиболее значимые разработки соискателя демонстрировались на ВВЦ «Золотая осень» (Москва, 2015, 2018 гг.), Всероссийском смотре-конкурсе лучших пищевых продуктов, продовольственного сырья и инновационных разработок (Волгоград, 2020 г.) и награждены золотыми медалями и дипломами. Материалы исследований использованы при разработке «Системы ведения животноводства Ростовской области на период 2013-2020гг.».

Личный вклад автора. Автором был проведен анализ современного состояния проблемы, поставлены цели и задачи исследования, разработана программа и определены методы. Автор принимал участие во всех этапах работы, а именно: оценке продуктивности подопытного поголовья, лабораторных исследованиях, обработке, обобщении и анализе результатов, апробации результатов на научно-практических конференциях. Печатные работы по теме диссертации были подготовлены самостоятельно и в соавторстве.

Публикация результатов исследований. Всего опубликована 141 научная работа, в том числе по материалам диссертации 60 работ, в т.ч. 7 публикаций – в изданиях, входящих в базу Web of Science или Scopus, 20 статей – в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ («Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета», «Научная жизнь», «Аграрная наука Евро-Северо-Востока», «Современные проблемы науки и образования», «Овцы, козы, шерстяное дело», «Ветеринарная патология», «Главный зоотехник», «Все о мясе», «Дальневосточный аграрный вестник»), 1 монография, 1 учебное пособие, получено 3 патента РФ на изобретение и 1 свидетельство о государственной регистрации базы данных. Под руководством автора были защищены 28 дипломных работ и 5 магистерских диссертаций.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, материала и методов исследований, результатов собственных исследований, заключения, практических предложений, списка использованной литературы. Работа изложена на 294 страницах компьютерного текста, содержит 80 таблиц, 22 рисунка. Список использованной литературы включает 440 источников, из них 115 на иностранных языках.

Благодарности. Автор выражает благодарность директору ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции» профессору, член-корреспонденту РАН Сложенкиной М.И., научному руководителю ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции» профессору, академику РАН Горлову И.Ф., ректору ФГБОУ ВО «Донского ГАУ» профессору, Федорову В.Х., профессору, Колосову Ю.А., сотрудникам ФГБНУ ФНЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста канд. с.-х. наук Гетманцевой Л.В., Бакоеву Н.Ф., руководителям и специалистам хозяйств, в которых проводились экспериментальные исследования.

1. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Диссертационная работа выполнялась в ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции», на базе лаборатории молекулярной диагностики и биотехнологии сельскохозяйственных животных и лаборатории инновационных и цифровых технологий в животноводстве ФГБОУ ВО «Донской государственной аграрный университет» с 2013 по 2019 гг.

Для исследований были выбраны чистопородные овцы сальской, волгоградской, эдильбаевской пород, разводимые в условиях ООО «Белозерное», Ростовской области (сальская порода), СПК Племзавод «Ромашковский», Волгоградской области (волгоградская порода), ООО «Волгоград-Эдильбай», Волгоградской области (эдильбаевская порода). По каждой породе эксперимент проводился отдельно друг от друга.

Схема исследований представлена на рисунке 1. Для изучения динамики роста и особенностей телосложения у подопытных баранчиков (при рождении в возрасте 4, 6 месяцев) брали следующие промеры (по С.А. Кудряшову, 1958, Е.Я. Борисенко, 1972) характеризующие особенности экстерьера и развитие животных: высота в холке, высота в крестце, глубина груди, ширина груди, обхват груди за лопатками, косая длина туловища, обхват пясти.

Гармоничность телосложения оценивали путем вычисления индексов телосложения в возрасте 6 месяцев (Ерохин А.И., Ерохин С.А., 2004).

Живую массу молодняка определяли путем индивидуального взвешивания животных утром до кормления и поения – при рождении с точностью до 0,1 кг; в 4 и 6-месячном возрасте – с точностью до 0,5 кг (ГОСТ 23676-79).

По данным взвешивания животных рассчитывался абсолютный, среднесуточный и относительный прирост живой массы. Для изучения мясной продуктивности в 6-ти месячном возрасте проведен контрольный убой пяти типичных баранчиков из каждой подопытной группы по методике ВИЖ (1978). При этом определяли убойные качества, морфологический и сортовой состав туш по ГОСТу 7596-81 и отделением каждого сорта.

Морфологический состав туши определяли обвалкой полутуш с определением массы мякоти и костей, а также коэффициентов мясности. Изучались функционально-технологические качества мяса: влагоудерживающая способность – гравиметрическим методом по Грау-Хамма и в модификации Воловинской-Кельман, увариваемость мякоти – путем расчета разницы в массе до и после варки, рН мякоти – потенциометрическим методом на глубине образца 4-5 мм.

Кроме этого оценивали химический состав (массовую долю влаги по ГОСТ 9793–74, жира – методом Сокслета по ГОСТ 23042–86, золы – по ГОСТ 15113.8–77, белка – фотометрически и методом Кьельдаля – по ГОСТ 23327-78, органолептическая оценка – по 5-ти бальной шкале. Содержание оксипролина в мясе определяли по методу Неймана-Логана в модификации Вербицкого и Детерейджа (1953), содержание триптофана – методом предложенным Gyrehem C.E., Smith E.P., Hier S.W., Klein D.L. (1947) с применением методики щелочного гидролиза по Werbicki E., Deatherage F.F. (1954).

ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОВЕЦ РАЗНОГО ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ И ПЕРЕРАБОТКЕ БАРАНИНЫ В УСЛОВИЯХ ЮГА РОССИИ



Рисунок 1 - Схема исследования

Аминокислотный состав определяли на аминокислотном анализаторе Arcus (Германия). Минеральный состав грудных мышц – методом инверсионной вольтамперометрии ГОСТ Р 8.563-96 и ГОСТ ИСО Р 5725-2002 и на атомно-адсорбционном спектрометре КВАНТ-2А ГОСТ Р ИСО 5725-2002. Показатели неспецифической резистентности (БАСК, ЛАСК, ФАК) определяли по методике ВНИИОК (1987), гематологические показатели (эритроциты, гемоглобин, лейкоциты, общий белок) по методикам Е.В. Эйдригевича, В.В. Раевской (1978).

Для проведения молекулярно-генетических исследований и изучения полиморфизма генов *GDF9*, *GH*, *CAST*, *CLPG* с продуктивными признаками овец, разводимых в хозяйствах РФ, использовали образцы ткани (выщипы) овец. Геномную ДНК выделили при помощи коммерческого набора «ДНК-Экстран-1» (ЗАО «Синтол»).

Полиморфизм генов определяли методами ПЦР и ПЦР-ПДРФ согласно методикам, представленным в литературных источниках с небольшими собственными модификациями (Таблица 1).

Таблица 1 - Используемые эндонуклеазы рестрикции

| Ген | Метод | Рестриктаза | Литература |
|-------------|----------|-------------|--|
| <i>GDF9</i> | ПЦР-ПДРФ | BstNI | Palmer et al., 1998; Gorlov et al., 2016 |
| <i>GH</i> | ПЦР-ПДРФ | HaeIII | Amie Marini et al., 2012; Gorlov et al., 2017 |
| <i>CAST</i> | ПЦР-ПДРФ | MspI | Hanrahan et al., 2004; Getmantseva et al., 2019 |
| <i>CLPG</i> | ПЦР-ПДРФ | BsmF1 | Kloc et al., 2005; Gorlov et al., 2019 |

Для исследования мтДНК овец были использованы образцы крови из яременой вены. Объектом исследования служили популяции овец калмыцкой курдючной породы племзавод «Кировский» Яшкульского района (n=50), эдильбаевской породы нового типа (n=50) и исходного типа (n=50), племзавод ООО «Волгоград-Эдильбай» Волгоградской области.

Полученную кровь из яременой вены заморозили и хранили при -80 °С до дальнейшего выделения ДНК. Из 100 мкл крови выделяли ДНК с использованием коммерческого набора «К-сорб» (Синтол, Россия) в соответствии с инструкцией производителя. Амплификацию D-петли мтДНК проводили с использованием набора реактивов Tersus Plus PCR kit (Евроген, Россия) и праймеров: 5'-GGTCTTGTAACCCAGAGAAGGAG-3' 5'- TGGAGTCAGTAGACTCATCTAGG-3'), подобранные на основании референсной последовательности мтДНК, взятой из базы данных NCBI (NC_001941.1).

Использовали следующие условия ПЦР: начальная денатурация при 94°С в течение 3 минут, затем 30 циклов, включающих денатурацию при 95°С – 10 секунд, отжиг при 62°С – 30 секунд, элонгацию при 72°С – 90 секунд и один цикл финальной элонгации при 72°С – 5 минут. ПЦР продукты очищали с помощью набора спин-колонок Cleanup Mini (Евроген, Россия) и анализировали методом электрофоретического разделения в 1 % агарозном геле. Затем с использованием набора флуоресцентно меченных дидезоксинуклеотидов BigDye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit (Thermo Fisher Scientific, США) определяли нуклеотидные последовательности ампликонов на генетическом анализаторе ABIPrism 3130xl (Applied Biosystems, США). Секвенирование фрагментов проводили в «ЗАО Евроген».

Полученные нуклеотидные последовательности анализировали с помощью программы BioEdit v. 7.0.5 (<http://www.mbio.ncsu.edu/BioEdit/bioedit.html>).

Экономическую эффективность рассчитывали по «Методике определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений».

Цифровой материал, полученный в ходе исследований, обрабатывался биометрическими методами по алгоритмам Н.А. Плохинского (1969), Е.К. Меркурьевой (1970), с использованием пакета базовых программ «Microsoft Office» и определением критерия достоверности по Стьюденту-Фишеру при 3-х уровнях вероятности.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Продуктивные и биологические особенности овец сальской породы

3.1.1 Исследования полиморфизма генов *GDF9*, *GH*, *CLPG*, влияющих на хозяйственно-полезные признаки овец сальской породы

Одной из основных задач зоотехнической науки является разработка методов повышения продуктивных и воспроизводительных качеств сельскохозяйственных животных. В животноводстве повышается интерес к технологиям, основанным на использовании ДНК-маркеров, которые оказывают значительное воздействие на плодовитость животных, улучшение состава туши, качество мяса и эффективность производства мяса.

Результаты ДНК-тестирования генов *GDF9*, *GH*, *CLPG* на наличие А и В аллельных вариантов генов и присутствие возможных генотипов с помощью метода ПЦР-ПДРФ у овец сальской породы, представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Частота аллелей и генотипов генов *GDF9*, *GH*, *CLPG* у овец сальской породы

| Ген | Частота аллелей | | Частота генотипов, % | | |
|-------------|-----------------|-------|----------------------|-------|-------|
| | А | В | АА | АВ | ВВ |
| <i>GDF9</i> | 0,06 | 0,94 | 0,00 | 12,00 | 88,00 |
| <i>GH</i> | 0,75 | 0,25 | 57,00 | 36,00 | 7,00 |
| <i>CLPG</i> | 100,00 | 00,00 | 100,00 | 00,00 | 00,00 |

Результаты анализа овец сальской породы по гену *GDF9* показали наличие двух аллелей А и В. В исследуемой популяции наибольшую частоту имел аллель В (94%) и генотип *GDF9_BB* (88%), а частота гетерозиготного генотипа *GDF9_AB* составила 12%. Гомозиготный генотип *GDF9_AA* в исследуемой популяции овец сальской породы отсутствовал.

Генетическая структура овец сальской породы по гену *GH* определяется наличием трех генотипов *GH_AA*, *GH_AB* и *GH_BB*. Частота встречаемости генотипа *GH_AA* оказалась наибольшей и составила 57%. Уровень распространенности гетерозиготного варианта генотипа *GH_AB* был ниже, его значение составило 36%. В данной популяции наименьшей частотой обладал гомозиготный генотип *GH_BB*, его частота составила 7%.

Анализируя данные полиморфизма гена гормона роста, полученные другими исследователями, можно отметить, что они согласуются с нашими результатами.

Полиморфизм гена *CLPG* у овец сальской породы не установлен, в этой связи ген *CLPG* был исключен из анализа.

3.1.2 Воспроизводительная способность овцематок с различными генотипами по гену *GDF9*

В овцеводстве воспроизводительные качества маток являются важнейшими показателями в обеспечении конкурентоспособности отрасли. Результаты исследований воспроизводительной способности овцематок сальской породы с различными генотипами гена *GDF9* представлены в таблице 3.

Таблица 3- Воспроизводительная способность маток и расчет экономической эффективности сальской породы с различными генотипами по гену *GDF9*

| Показатель | Генотипы | |
|---|----------|---------|
| | AB | BB |
| Случено маток, гол. | 100 | 100 |
| Обьягнилось маток, гол. | 97 | 95 |
| Получено ягнят, гол: | | |
| всего | 123 | 116 |
| в т.ч. живых | 120 | 101 |
| Плодовитость, % | 123 | 116 |
| Получено ягнят к отъему, гол | 114 | 93 |
| Сохранность ягнят к отъему, % | 95 | 92 |
| Сохранность ягнят в период 4-6 месяцев, % | 100 | 100 |
| Себестоимость получения 6-месячных ягнят, тыс. руб. | 323,190 | 263,655 |
| Общая выручка от реализации, тыс. руб. | 424,105 | 345,978 |
| Прибыль, тыс. руб. | 100,915 | 82,323 |

Отсутствие гомозиготного генотипа *GDF9_AA* в исследуемой популяции сальской породы не позволяет нам предположить, что именно улучшает воспроизводительную способность овец. Однако лучшими воспроизводительными качествами, в рамках оцениваемого стада, отличались овцематки сальской породы генотипа *GDF9_AB*.

Относительно аналогов генотипа *GDF9_BB*, гетерозиготные овцематки сальской породы генотипа *GDF9_AB* имели больше выход ягнят при рождении. Плодовитость гетерозиготных *GDF9_AB* овцематок над гомозиготными *GDF9_BB* была выше на 7 %.

Сохранность молодняка является важнейшим показателем воспроизводства. Наибольшая сохранность ягнят в подсосный период была отмечена у гетерозиготных животных *GDF9_AB* (95 %), что на 3 % больше, чем у гомозиготных *GDF9_BB* животных. Также нами была отмечена стопроцентная сохранность ягнят в период 4-6 месяцев, вне зависимости от генотипа.

На основании полученных результатов можно отметить положительное влияние на воспроизводительные качества у овец сальской породы, гетерозиготного генотипа *GDF9_AB*, относительно гомозиготного генотипа *GDF9_BB*.

Характеризуя возможную эффективность использования *GDF9*, необходимо отметить, что проведение отбора с учетом ДНК-маркеров позволяет повысить долю животных желательных генотипов в популяции и обеспечивает дополнительное производство продукции. Проведённый эксперимент позволил установить, что при одинаковой численности поголовья овцематок в зависимости от частоты желательного генотипа может быть получено различное количество молодняка. Следовательно, с учетом многоплодия овцематок и сохранности ягнят, расчетная прибыль от использования племенного поголовья овцематок генотипа *GDF9_AB*, по сравнению с генотипом *GDF9_BB*, была выше на 22 %.

3.1.3 Особенности роста и телосложения молодняка овец сальской породы с различными генотипами по гену *GH*

В проведенных исследованиях были изучены особенности роста и телосложения у овец сальской породы с различными генотипами гена гормона роста (Таблица 4).

Таблица 4 - Живая масса подопытных баранчиков сальской породы с различными генотипами по гену *GH*, кг

| Возраст, мес. | Генотипы | | |
|---------------|------------|------------|------------|
| | AA | AB | BB |
| При рождении | 3,60±0,07 | 4,12±0,07 | 3,65±0,06 |
| 4 | 25,70±0,31 | 29,83±0,36 | 26,72±0,27 |
| 6 | 33,84±0,35 | 38,30±0,31 | 34,21±0,33 |

Приведенные в таблице данные свидетельствуют о том, что при рождении самыми крупными были гетерозиготные *GH_AB* животные в сравнительном аспекте со сверстниками гомозиготных генотипов *GH_AA* и *GH_BB*. Так, гетерозиготные *GH_AB* особи превосходили животных с генотипом *GH_AA* на 14,4 % ($P>0,99$), а животных с генотипом *GH_BB* на 12,9% ($P>0,99$). Живая масса гомозиготных генотипов *GH_AA* и *GH_BB* была практически одинаковой.

Необходимо отметить, что в подсосный период животные с генотипом *GH_AB* росли и развивались лучше, чем животные с генотипом *GH_AA* и *GH_BB*. Результаты исследований показали, что к 4-месячному возрасту животные с генотипом *GH_AB* превосходили животных с генотипом *GH_AA* и *GH_BB* и по живой массе на 3,9 и 16,1% ($P>0,999$). К 6-месячному возрасту наибольшей живой массой (38,30 кг) обладали гетерозиготные животные с генотипом *GH_AB*, что оказалось на 13,2% ($P>0,999$) больше, чем с гомозиготными генотипами *GH_AA* ($P>0,999$) и на 11,9% *GH_BB* ($P>0,999$). С большей долей вероятности, можно предположить, что существующие изменения показателей живой массы животных между экспериментальными группами обусловлены влиянием гетерозиготного генотипа *GH_AB* гена гормона роста.

Критериями оценки особенностей экстерьера служат промеры статей тела и индексы телосложения, которые дают объективную оценку степени развития животного. Проведенные исследования по изучению связи аллельных вариантов гена *GH* с особенностями весового и линейного роста показало, что наличие гетерозиготного генотипа *GH_AB* у овец сальской породы положительно связано с темпами роста молодняка.

Рост и развитие ягнят сальской породы с различными генотипами по гену *GH* изучали путем взятия промеров экстерьера, на основании которых были вычислены индексы телосложения (Рисунок 2).

Однородность индексов телосложения баранчиков сальской породы различных генотипов указывает на корректное формирование экстерьерных индикаторов. Можно отметить положительное влияние генотипа *GH_AB* на величину индексов телосложения. Так, гетерозиготные животные *GH_AB* по грудному индексу превосходили сверстников с генотипами *GH_AA* и *GH_BB* на 5,6 и 4,1 %, что подтверждает лучшее их развитие. Результаты по индексу

высоконогости показывают незначительное преимущество гетерозиготных генотипов *GH_AB* над генотипом *GH_AA* 0,5%.

У животных генотипов *GH_AA* и *GH_BB* индекс костистости был больше на 0,4 и 1,8%, относительно гетерозиготных особей. Это свидетельствует о большей предрасположенности гетерозиготных особей к более высокой мясной продуктивности.

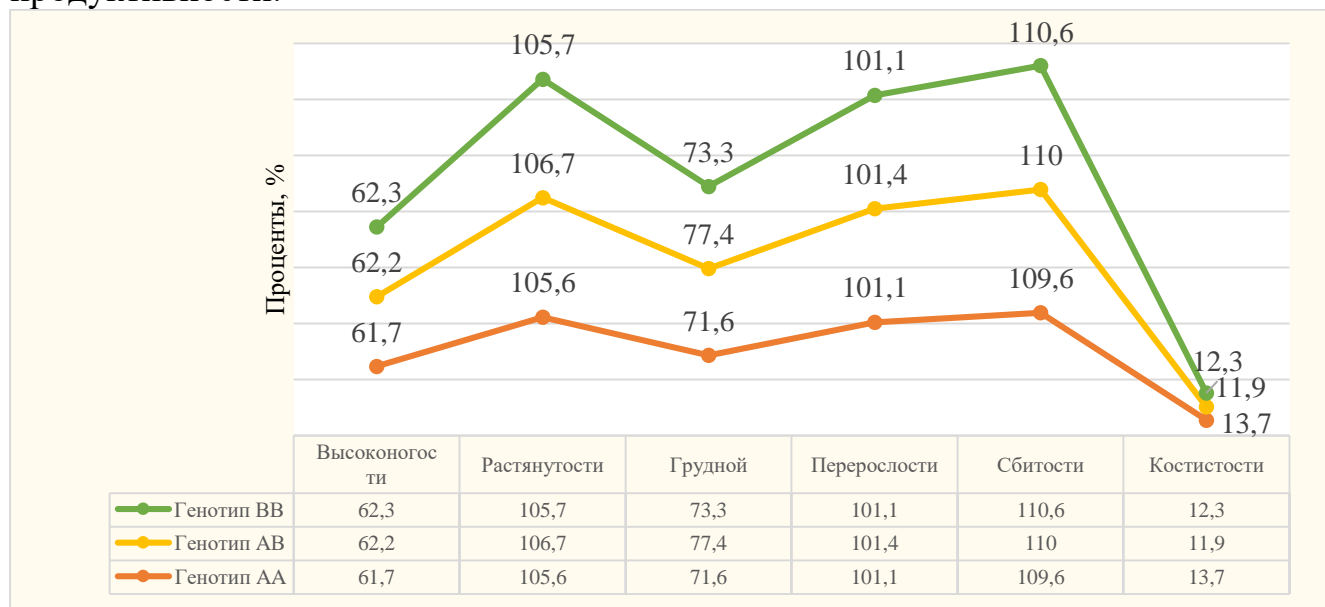


Рисунок 2 - Индексы телосложения баранчиков сальской породы с различными генотипами по гену *GH* в 6-месячном возрасте, %

Таким образом, гетерозиготные животные *GH_AB*, в отличие от гомозиготных *GH_AA* и *GH_BB*, были высоконогими, более крупными, имели несколько удлиненное, с хорошо развитой грудной клеткой туловище, ровную линию спины, облегченный костяк.

3.1.4 Мясная продуктивность у баранчиков сальской породы с различными генотипами по гену *GH*

Результаты оценки основных убойных показателей представлены в таблице 5. Лучшими показателями мясной продуктивности отличались баранчики генотипа *GH_AB*, которые достоверно превосходили аналогов генотипа *GH_AA* и *GH_BB* практически по всем анализируемым признакам.

Таблица 5- Результаты убоя баранчиков сальской породы с различными генотипами по гену *GH*

| Показатели | Генотипы | | |
|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | AA | AB | BB |
| Предубойная живая масса, кг | 32,58±0,36 | 37,48±0,31 | 33,35±0,40 |
| Масса, кг: | | | |
| парной туши | 13,46±0,27 | 17,12±0,37 | 14,99±0,44 |
| охлажденной туши | 13,22±0,27 | 16,80±0,38 | 14,67±0,45 |
| внутреннего жира | 0,130±0,002 | 0,186±0,005 | 0,142±0,004 |
| Убойная масса, кг | 13,35±0,15 | 16,99±0,24 | 14,81±0,14 |
| Убойный выход, % | 41,0 | 45,3 | 44,4 |

По предубойной массе баранчики генотипа *GH_AB* превосходили гомозиготных сверстников на 9,0 и 22,8% ($P>0,95$). Показатели убойной массы у баранчиков генотипа *GH_AB* на 27,3 и 14,7 % ($P>0,95$) превосходили аналогов генотипа *GH_AA* и *GH_BB*. Убойный выход в зависимости от генотипа баранчиков варьировал от 41,0 до 45,3%. При этом особи с генотипом *GH_AB*, по показателям убойного выхода, относительно гомозиготных генотипов *GH_AA*, *GH_BB* превосходили на 4,3 и 0,9%.

По результатам контрольного убоя, можно сделать заключение, что в качестве желательного генотипа для дальнейшей работы с животными сальской породы овец рекомендуется использовать генотип *GH_AB*, который будет способствовать повышению мясных показателей.

Коэффициент мясности, характеризующий отношение массы мякоти к костной ткани в тушах животных, значительно варьировал по группам. Как известно, чем больше коэффициент мясности, тем лучше обмускуленность туш. Данные исследований и расчеты показали, что наиболее высоким значением коэффициента мясности отличались особи гетерозиготного генотипа *GH_AB* - 3,31.

Установлено, что у особей гетерозиготного генотипа выход отрубов первого сорта составил 89,4 %, что на 1,6 и 1,1% ($P>0,95$) больше, чем у гомозиготных животных. Лучшей сочетаемостью по сортовому составу туши отмечались гетерозиготные баранчики генотипа *GH_AB*.

3.1.5 Химический состав мяса баранчиков сальской породы

Сопоставляя влияние генотипов гена гормона роста на химический состав мышечной ткани баранчиков сальской породы, можно заметить, что у баранчиков с гетерозиготным генотипом *GH_AB* химический состав характеризовался меньшим количеством влаги, большим количеством жира и белка, по сравнению с гомозиготными животными *GH_AA* и *GH_BB* (Таблица 6).

Содержание жира у животных с генотипом *GH_AB* составило 12,07%, что на 1,97% ($P<0,01$) и 0,95 % ($P<0,01$) больше, чем у животных групп *GH_AA* и *GH_BB*.

В мясе гетерозиготных животных *GH_AB* содержание белка было достаточно высоким, что подчеркивает его пищевую ценность. Количество данного компонента составило 21,19%, что на 1,82% ($P<0,01$) и 0,77% ($P<0,01$) больше, чем у животных с генотипами *GH_AA* и *GH_BB*.

Таблица 6- Химический состав мышечной ткани баранчиков сальской породы с различными генотипами по гену *GH*

| Генотипы | Содержание, % | | | | Калорийность, 100 г мякоти ккал |
|----------|---------------|------------|------------|-----------|---------------------------------|
| | влаги | жира | белка | зола | |
| AA | 69,45±0,12 | 10,10±0,33 | 19,37±0,41 | 1,08±0,02 | 179,1 |
| AB | 65,62±0,49 | 12,07±0,16 | 21,19±0,61 | 1,12±0,04 | 199,0 |
| BB | 67,36±0,04 | 11,12±0,62 | 20,42±0,56 | 1,10±0,05 | 186,5 |

Отмечено, что у животных всех генотипов содержание зольных веществ было в пределах 1%. Разное содержание жира и белка определило калорийность мяса. Наибольшей она была у гетерозиготных животных *GH_AB* и составила 199,0 ккал.

3.1.6 Функционально-технологические и органолептические показатели мяса баранчиков сальской породы

Полученные данные свидетельствуют о том, что наибольшей влагосвязывающей способностью обладает мясо баранчиков с генотипом *GH_AB* – 50,41% (Рисунок 3).

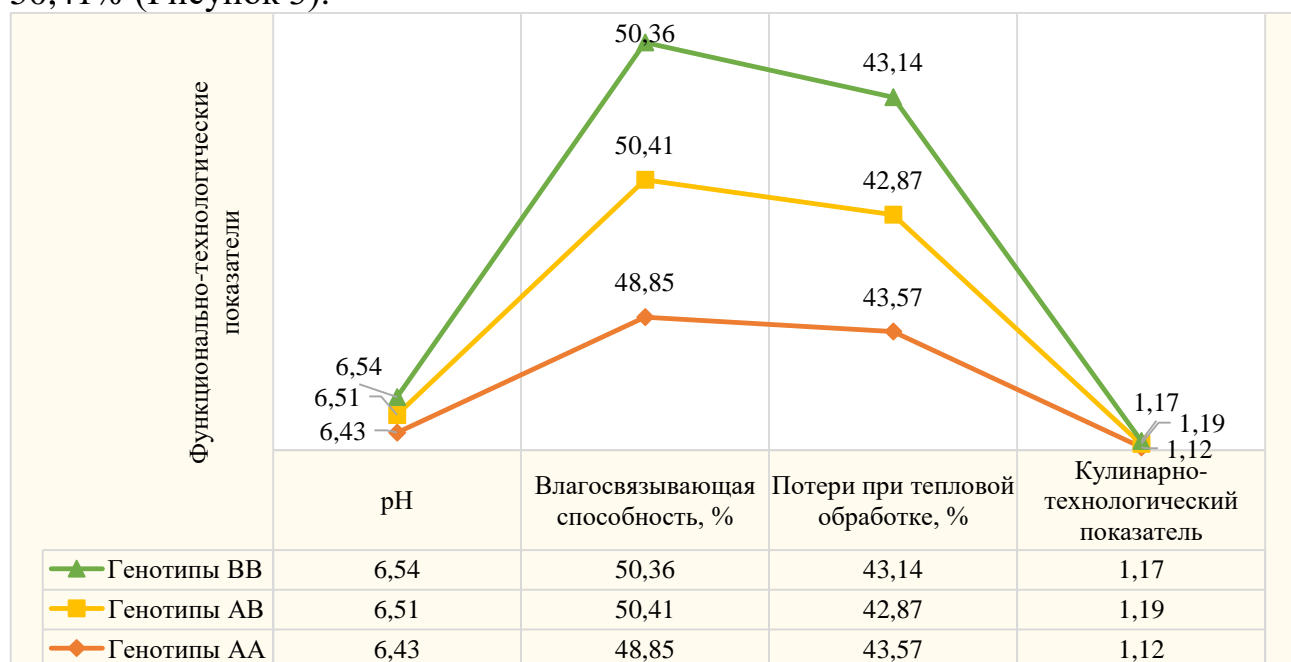


Рисунок 3 - Функционально-технологические и кулинарные показатели мяса баранчиков сальской породы с различными генотипами по гену *GH*

Наименьшие потери при тепловой обработке были также у животных данной группы – 42,87%. Термическая обработка мяса, полученного от баранчиков с генотипом *GH_AB*, в меньшей степени повлияла на его массу, чем в других группах *GH_AA*, *GH_BB*.

Таким образом, закрепление в популяции особей, носителей гетерозиготного генотипа *GH_AB*, будет способствовать улучшению функционально-технологических свойств баранины, что можно использовать при формировании рынка сбыта и ценообразования.

3.1.7 Гематологические показатели и резистентность животных

Для изучения морфологического состава и иммунологических показателей у подопытных животных в возрасте 4 и 6 месяцев были взяты образцы крови (Таблица 7).

Концентрация общего белка в сыворотке крови гетерозиготных баранчиков в 4-месячном возрасте была достоверно выше по сравнению с гомозиготными сверстниками на 13,0 (P<0,05) и 6,1% (P<0,05).

По содержанию общего белка в 6-месячном возрасте превосходство оказалось за гетерозиготными животными *GH_AB* на 12,7 (P<0,05) и 5,7% (P<0,05), относительно аналогов носителей гомозиготных генотипов *GH_AA* и *GH_BB*.

Таблица 7- Гематологические показатели крови баранчиков сальской породы с различными генотипами по гену *GH*

| Показатель | Возраст, мес. | Генотипы | | |
|---------------------------------|---------------|------------|------------|------------|
| | | AA | AB | BB |
| Гемоглобин, г/л | 4 | 96,68±1,97 | 97,74±1,19 | 97,01±1,31 |
| | 6 | 98,42±1,11 | 99,96±1,10 | 99,09±1,14 |
| Эритроциты, 10 ¹² /л | 4 | 8,12±0,12 | 8,94±0,07 | 8,55±0,10 |
| | 6 | 7,82±0,14 | 7,94±0,13 | 7,65±0,09 |
| Лейкоциты, 10 ⁹ /л | 4 | 8,89±0,29 | 8,75±0,31 | 8,85±0,35 |
| | 6 | 8,49±0,16 | 8,75±0,11 | 8,85±0,15 |
| Тромбоциты, 10 ⁹ /л | 4 | 263,4±7,84 | 245,4±7,43 | 279,9±7,68 |
| | 6 | 287,6±7,86 | 264,9±7,57 | 293,5±8,12 |
| Общий белок, г/л | 4 | 55,10±0,33 | 62,41±0,27 | 58,90±0,31 |
| | 6 | 56,16±0,21 | 63,31±0,18 | 59,87±0,46 |

В наших исследованиях максимальное количество эритроцитов отмечено у гетерозиготных животных *GH_AB*. Их содержание составило 97,74 г/л в 4-месячном возрасте и 99,96 г/л в 6-месячном возрасте. По содержанию лейкоцитов и тромбоцитов наблюдалось, что гетерозиготные животные *GH_AB* имели более низкие показатели, по сравнению с гомозиготными сверстниками *GH_AA* и *GH_BB*.

Таким образом, изучение гематологических показателей крови баранчиков разных генотипов позволяет сделать вывод, что гетерозиготные животные достоверно превосходят гомозиготных животных по количеству эритроцитов, уровню общего белка, что обеспечивает более высокий уровень окислительно-восстановительных процессов в организме этих животных и предопределяет более высокий уровень продуктивности.

Сравнительное изучение показателей гуморальных факторов защиты (ЛАСК, БАСК, ФАК) опытного молодняка свидетельствовало о том, что сыворотка гетерозиготных ягнят *GH_AB* обладала более высокой бактерицидной, лизоцимной и фагоцитарной активностью по сравнению с гомозиготными сверстниками *GH_AA* и *GH_BB* (Таблица 8).

Таблица 8 - Показатели естественной резистентности баранчиков сальской породы с различными генотипами по гену *GH*, %

| Показатель | Возраст, мес. | Генотипы | | |
|-----------------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|
| | | AA | AB | BB |
| Лизоцимная активность, % | 4 | 34,6±0,39 | 40,6±0,41 | 39,5±0,35 |
| | 6 | 36,6±0,43 | 43,6±0,12 | 40,9±0,49 |
| Бактерицидная активность, % | 4 | 48,4±0,22 | 52,5±0,24 | 51,6±0,44 |
| | 6 | 48,3±0,64 | 52,8±0,77 | 51,7±0,44 |
| Фагоцитарная активность, % | 4 | 39,6±0,57 | 45,8±0,21 | 42,1±0,12 |
| | 6 | 39,2±0,33 | 45,9±0,39 | 42,7±0,45 |

Уровень значений лизоцимной активности у баранчиков гетерозиготного генотипа *GH_AB* в 4-месячном возрасте был выше на 17% (P<0,05) и 2,7% (P<0,05), а в 6-месячном возрасте 19 % (P<0,05) и 6,6% (P<0,05) по сравнению с гомозиготными сверстниками *GH_AA* и *GH_BB*. Бактерицидная активность у гетерозиготных животных *GH_AB* в 4-месячном возрасте была выше на 8,5% (P<0,05) и 1,8% (P<0,05), аналогичная закономерность наблюдалась и в 6-месячном возрасте. Фагоцитарная активность находилась в пределах физиологической нормы, однако ее показатель был выше у гетерозиготных ягнят *GH_AB* в 4-месячном возрасте на 15,6% (P<0,05) и 8,7% (P<0,05), а в 6-месячном возрасте на 17,1% (P<0,01) и 7,4% (P<0,05) по сравнению с гомозиготными сверстниками *GH_AA* и *GH_BB*, что свидетельствует о более высоком защитном потенциале.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что изученные нами гематологические признаки у подопытных животных вне зависимости от генотипа находятся в пределах физиологической нормы. Вместе с тем значение показателей крови у гетерозиготных животных *GH_AB* указывает на высокие потенциальные возможности их продуктивных качеств и уровня естественной резистентности. Среди изучаемых животных большей выраженностью клеточного и гуморального иммунитета отличались гетерозиготные животные *GH_AB*, что сказалось на лучших показателях сохранности ягнят в период от рождения до отъема.

3.1.8 Экономическая эффективность выращивания молодняка овец сальской породы различных генотипов

Расчеты экономической эффективности показали, что максимальное использование генетического потенциала и закрепление желательных генотипов в популяции овец экономически целесообразно (Таблица 9).

В экспериментальной группе животных генотипа *GH_AB* на одного баранчика прибыли было получено больше по сравнению с животными гомозиготных генотипов *GH_AA* и *GH_BB* на 437,1 и 400,8 рублей.

Рентабельность производства баранины в группе животных генотипа *GH_AB* превалировала над гомозиготными аналогами на 15,4 и 14,1%.

Таблица 9 – Расчет экономической эффективности выращивания овец сальской породы с различными генотипами по гену *GH*

| Показатель | Генотипы | | |
|---|----------|--------|--------|
| | AA | AB | BB |
| Живая масса баранчика в возрасте 6 мес., кг | 33,84 | 38,30 | 34,21 |
| Реализационная стоимость продукции: | | | |
| прироста живой массы, руб. | 3316,3 | 3753,4 | 3352,6 |
| овчины, руб. | 350 | 350 | 350 |
| общая, руб. | 3666,3 | 4103,4 | 3702,6 |
| Затраты, руб. | 2835 | 2835 | 2835 |
| Прибыль, руб. | 831,3 | 1268,4 | 867,6 |
| Рентабельность, % | 29,3 | 44,7 | 30,6 |

Таким образом, стратегия закрепления в популяции овец сальской породы

животных, носителей гетерозиготных генотипов *GH_AB* гена гормона роста, позволяет увеличить производство продуктов животноводства при снижении затрат труда и средств на единицу продукции.

3.2. Продуктивные и биологические особенности овец волгоградской породы

3.2.1 Исследования полиморфизма генов *GDF9*, *CAST*, *CLPG*, влияющих на хозяйственно-полезные признаки овец волгоградской породы

Опыт зарубежной и отечественной науки и практики показал, что совершенствование существующих пород с учётом генотипа животных позволяет повысить точность селекции животных. В этой связи возникает необходимость в проведении исследований, направленных на изучение сопряженности комплексной оценки продуктивных и биологических особенностей овец с применением ДНК-маркеров.

Частота аллелей и генотипов генов *GDF9*, *CAST*, *CLPG* у овец волгоградской породы представлена в таблице 10.

Таблица 10 - Частота аллелей и генотипов генов *GDF9*, *CAST*, *CLPG* у овец волгоградской породы

| Ген | Частота аллелей | | Частота генотипов, % | | |
|-------------|-----------------|-------|----------------------|-------|-------|
| | A | B | AA | AB | BB |
| <i>GDF9</i> | 0,09 | 0,91 | 0,00 | 18,00 | 82,00 |
| <i>CAST</i> | 0,85 | 0,15 | 70,30 | 29,70 | 00,00 |
| <i>CLPG</i> | 100,00 | 00,00 | 100,00 | 00,00 | 00,00 |

Анализ полученных данных свидетельствует, что частоты аллелей А и В в исследуемой популяции овец волгоградской породы по гену *GDF9* составили 0,09 и 0,91. Гомозиготный генотип *GDF9_AA* в изучаемой выборке отсутствовал, гетерозиготный генотип *GDF9_AB* имел низкую частоту (18%), а частота генотипа *GDF9_BB* составила 82%.

Исследования по изучению полиморфизма гена *GDF9*, проведенные на овцах сальской породы, также показали отсутствие генотипа *GDF9_AA*. Полученные результаты частот аллелей и генотипов гена *GDF9* показали низкий уровень полиморфизма в исследуемой популяции овец волгоградской породы.

Молекулярно-генетические исследования овец волгоградской породы позволили установить полиморфизм гена *CAST* в изучаемой популяции. На основании визуализации результатов ПЦР-ПДРФ гена *CAST* были определены два генотипа: *CAST_AA* и *CAST_AB*. Частота аллелей А и В составила 0,85 и 0,15, а частота генотипов *CAST_AA* (70,3%) и *CAST_AB* (29,7%). Полиморфизм гена *CLPG* у овец волгоградской породы не установлен, ген *CLPG* был исключен из анализа.

3.2.2 Воспроизводительная способность овцематок с различными генотипами по гену *GDF9*

Плодовитость овец подвержена большой изменчивости под влиянием как генетических, так и паратипических факторов. В результате проведенных исследований установлено, что от овцематок гомозиготного генотипа *GDF9_BB*

получено 118 ягнят на 100 маток, против 126 от овцематок генотипа *GDF9_AB* (Таблица 11).

Таблица 11- Воспроизводительная способность маток и расчет экономической эффективности волгоградской породы с различными генотипами по гену *GDF9*

| Показатель | Генотипы | |
|---|----------|---------|
| | AB | BB |
| Случено маток, гол. | 100 | 100 |
| Объегнилось маток, гол. | 98 | 94 |
| Получено ягнят, гол: | | |
| всего | 126 | 118 |
| в т.ч. живых | 124 | 112 |
| Плодовитость, % | 126 | 118 |
| Получено ягнят к отъему, гол | 121 | 110 |
| Сохранность ягнят к отъему, % | 97 | 98 |
| Сохранность ягнят в период 4-6 месяцев, % | 100 | 100 |
| Себестоимость получения 6-месячных ягнят, тыс. руб. | 337,590 | 306,900 |
| Общая выручка от реализации, тыс. руб. | 443,980 | 403,612 |
| Прибыль, тыс. руб. | 106,39 | 96,71 |

Соответственно, наибольшую плодовитость имели гетерозиготные *GDF9_AB* волгоградские матки. Они превосходили по данному показателю гомозиготных *GDF9_BB* животных на 8 %. Однако сохранность ягнят в подсосный период у гетерозиготных и гомозиготных животных была практически одинаковой, а в возрасте 6 месяцев была стопроцентной независимо от генотипов.

Полученные результаты показали, что генотип *GDF9_AB* связан с лучшими воспроизводительными качествами овцематок волгоградской породы. Прибыль от использования племенного поголовья овцематок волгоградской породы генотипа *GDF9_AB*, по сравнению с генотипом *GDF9_BB* была больше на 9,68 тыс. руб.

3.2.3 Особенности роста и телосложения молодняка овец волгоградской породы с различными генотипами по гену *CAST*

Живая масса является одним из основных показателей, характеризующих формирование организма животных. В связи с этим мы использовали живую массу в определенные периоды роста как один из показателей особенностей формирования мясной продуктивности овец волгоградской породы.

В таблице 12 приведены результаты взвешиваний, характеризующие динамику живой массы у растущего молодняка овец волгоградской породы. Приведенные в таблице данные свидетельствуют о том, что при рождении самыми крупными были гетерозиготные *CAST_AB* животные. Они превосходили животных с генотипом *CAST_AA* на 3 % ($P > 0,999$). Гетерозиготные животные интенсивней прибавляли в росте, чем животные с генотипом *CAST_AA*, преимущество животных с генотипом *CAST_AB* в 4 месяца над генотипом

CAST_AA составило 2,4% ($P > 0,95$). В 6 месяцев овцы генотипа *CAST_AB*, по сравнению с аналогами генотипа *CAST_AA*, весили больше на 1,92 кг (5,8%; $p = 0,05$).

Таблица 12 - Живая масса подопытных баранчиков волгоградской породы с различными генотипами гена *CAST*, кг

| Возраст, мес. | Генотипы | |
|---------------|------------|------------|
| | AA | AB |
| При рождении | 3,98±0,14 | 4,1±0,25 |
| 4 | 26,82±0,44 | 27,47±0,37 |
| 6 | 33,12±0,45 | 35,03±0,49 |

Таким образом, проведенные исследования показали, что полиморфизм гена *CAST* связан с ростовыми показателями овец волгоградской породы. В качестве желательного, связанного с лучшими показателями веса овец во все возрастные периоды определен генотип *CAST_AB*. Аналогичные закономерности высокого прироста живой массы генотипа *CAST_AB* наблюдались и в период откорма животных (4-6 мес.). В 6 месяцев абсолютный прирост живой массы у животных генотипа *CAST_AB* составил 7,56 кг и превысил аналогичный показатель овец генотипа *CAST_AA* на 1,26 кг (20%; $p = 0,1$). Наибольшую живую массу в изучаемые периоды имели гетерозиготные животные генотипа *CAST_AB*, которые характеризовались и более высокими показателями среднесуточного прироста.

В целом результаты показали связь генотипа *CAST_AB* с лучшими ростовыми качествами овец волгоградской породы, которые проявляются от рождения до 6 месяцев.

Экстерьер, являясь внешним выражением конституции, имеет важное значение в познании биологических и хозяйственных особенностей животного.

Во все возрастные периоды животные с генотипом *CAST_AB* по всем промерам превосходили своих сверстников с генотипом *CAST_AA* и только по обхвату пясти уступали им. К числу показателей, характеризующих гармонию развития, относятся индексы телосложения (Рисунок 4).

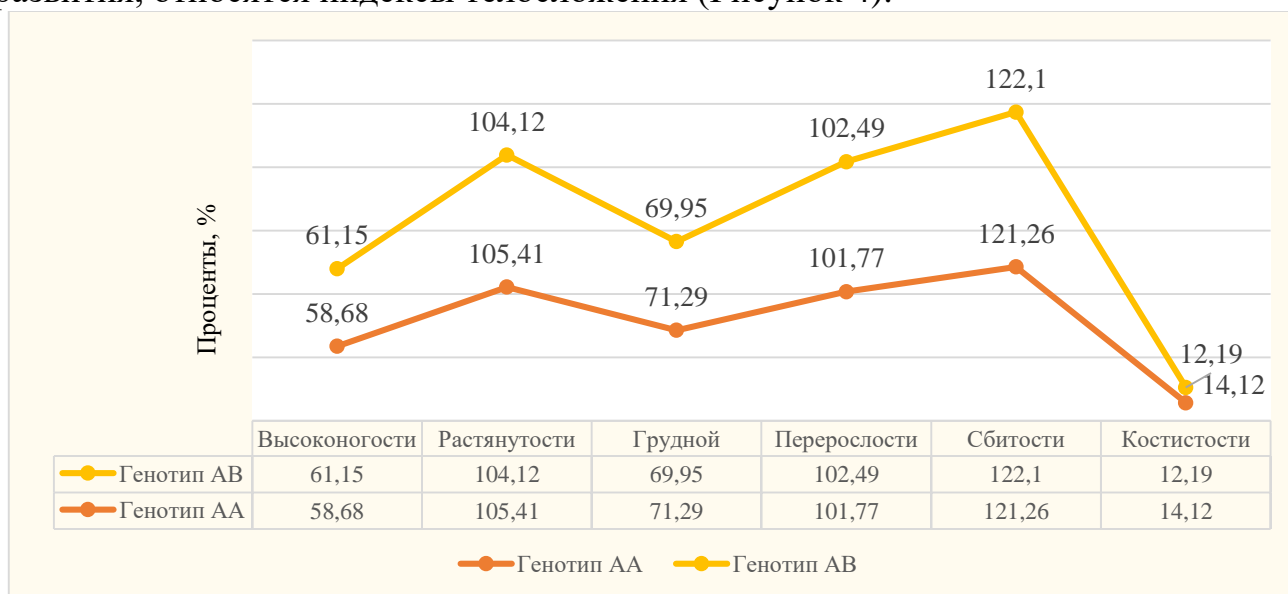


Рисунок 4 - Индексы телосложения баранчиков волгоградской породы с различными генотипами гена *CAST* в 6-месячном возрасте, %

Индекс перерослости был выше у гетерозиготных животных с генотипом *CAST_AB* и составил 102,49%. Так, гетерозиготные животные по индексу высоконогости превосходили сверстников с генотипами *CAST_AA* на 2,47 %, что подтверждает лучшее их развитие. Индекс сбитости у животных с генотипом *CAST_AB* составил 122,1%, преимущество по этому показателю над животными с генотипом *CAST_AA* составило 0,84%.

Данные по изучению промеров экстерьера и полученные индексы телосложения баранчиков волгоградской породы позволяют сделать вывод, что животные с генотипом *CAST_AB* имели преимущества по развитию в сторону мясной продуктивности.

3.2.4 Мясная продуктивность у баранчиков волгоградской породы с различными генотипами по гену *CAST*

Для подтверждения зоотехнической и экономической целесообразности использования ДНК диагностики мы изучили убойные качества баранчиков волгоградской породы с различными генотипами гена кальпастатина.

Результаты контрольного убоя (Таблица 13) показали, что в целом по мясной продуктивности животные с генотипом *CAST_AB* превосходят чистопородных сверстников по всем изучаемым показателям, в том числе предубойной массе 6,2% ($P>0,95$).

Аналогичная закономерность наблюдалась и по убойной массе, превосходство животных с генотипом *CAST_AB* над гомозиготным генотипом *CAST_AA* составило 9,1% ($P>0,999$). По массе внутреннего жира лидерами были баранчики генотипа *CAST_AB* - 0,147 кг, что больше, чем у животных с гомозиготным генотипом *CAST_AA* на 6,5% ($P>0,999$).

Таблица 13- Убойные качества баранчиков волгоградской породы с различными генотипами гена *CAST*

| Показатели | Генотипы | |
|-----------------------------|-------------|------------|
| | AA | AB |
| Предубойная живая масса, кг | 32,02±0,39 | 34,20±0,32 |
| Масса, кг: | | |
| парной туши | 14,62±0,14 | 15,97±0,34 |
| охлажденной туши | 14,10±0,06 | 15,51±0,18 |
| внутреннего жира | 0,138±0,002 | 0,147±003 |
| Убойная масса, кг | 14,49±0,15 | 15,82±0,27 |
| Убойный выход, % | 45,2 | 46,3 |

Убойный выход животных с гетерозиготными и гомозиготными генотипами был практически одинаковым, преимущество имели животные генотипа *CAST_AB*. Отсутствие гомозиготного генотипа *CAST_BB* в исследуемой популяции волгоградской породы не позволяет нам предположить, что именно улучшает мясные качества овец. Однако лучшими показателями мясной продуктивности отличались животные гетерозиготного генотипа.

Таким образом, в качестве желательного генотипа для дальнейшей работы с животными волгоградской породы овец рекомендуется использовать генотип

CAST_AB гена кальпастатина, который будет способствовать повышению показателей по откормочным и мясным признакам.

3.2.5 Химический состав мяса баранчиков волгоградской породы

Данные химического состава мяса и его калорийность у овец волгоградской породы различных генотипов гена кальпастатина приведены в таблице 14.

Таблица 14 - Химический состав мышечной ткани баранчиков волгоградской породы с различными генотипами гена *CAST*

| Генотипы | Содержание, % | | | | Калорийность 100 г мякоти, ккал |
|----------|---------------|-----------|----------|-----------|---------------------------------|
| | влаги | жира | белка | зола | |
| AA | 73,3±0,7 | 8,37±0,11 | 17,3±0,9 | 1,03±0,15 | 148,7 |
| AB | 71,0±0,7 | 9,3±0,15 | 18,6±0,9 | 1,1±0,16 | 162,7 |

Изучение химического состава мяса сравниваемых групп показало, что наименьшим содержанием влаги в мясе отличались животные с генотипом *CAST_AB* на 2,3% ($P>0,95$) и соответственно большим содержанием сухого вещества. По количеству протеина преимущество животных с генотипом *CAST_AB* составило 1,3 % ($P<0,01$), жира – 0,93% ($P<0,01$), зола – 0,07% ($P<0,01$). Различия по выходу основных питательных веществ обусловили неодинаковую энергетическую ценность мышечной ткани молодняка. Так, наибольшей энергетической ценностью характеризовалась мышечная ткань животных с генотипом *CAST_AB*, которые превосходили генотип *CAST_AA* на 12% ($P<0,01$).

Таким образом, по всем изученным нами показателям можно сделать вывод, что животные с генотипом *CAST_AB*, по сравнению со сверстниками генотипа *CAST_AA*, обладали более интенсивным обменом и отложением питательных веществ (протеина и жира) в своем теле.

3.2.6 Функционально-технологические и органолептические показатели мяса баранчиков волгоградской породы

В нашей работе исследованию функционально-технологических свойств подвергалась охлажденная и созревшая баранина, полученная от животных волгоградской породы различных генотипов гена кальпастатина (Рисунок 5).

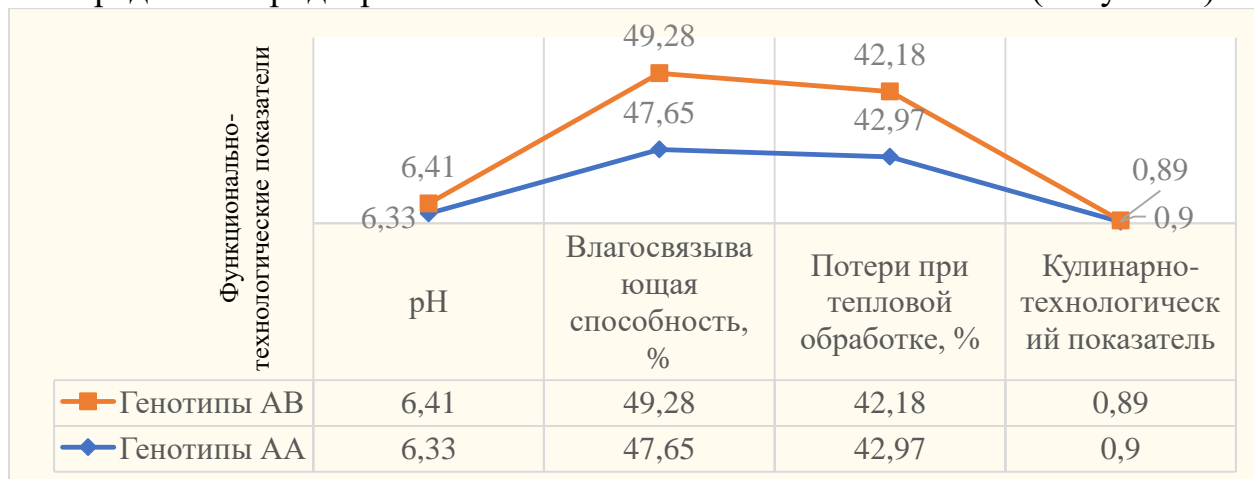


Рисунок 5 - Функционально-технологические и кулинарные показатели мяса баранчиков волгоградской породы с различными генотипами гена *CAST*

Функционально-технологические свойства мяса от баранчиков с генотипом *CAST_AB* имели более высокие средние значения, в сравнении с аналогами, показатель рН — на 1,2 %, влагосвязывающей способности — на 3,42 %. Индикатор увариваемости мускула и значения КТП были практически одинаковым, вне зависимости от генотипа гена кальпастатина.

3.2.7 Гематологические показатели и резистентность животных

Для изучения морфологического состава и иммунологических показателей крови подопытных животных нами в возрасте 4 и 6 месяцев были взяты анализы крови (Таблица 15).

Сравнительным анализом морфологического состава крови молодняка овец разных генотипов в 4-месячном возрасте установлено, что наибольшее количество эритроцитов содержалось в крови животных с генотипом *CAST_AB* – $8,65 \times 10^{12}/л$, что достоверно выше числовых значений красных клеток в крови животных с генотипом *CAST_AA* на 3,5% ($P < 0,001$). Более высокое содержание эритроцитов в крови потомства с генотипом *CAST_AB* сопровождалось и максимальным уровнем в них гемоглобина 99,07 г/л. По содержанию лейкоцитов и тромбоцитов наблюдается, что гетерозиготные животные обладают более низкими показателями, нежели гомозиготные сверстники.

Аналогичная закономерность наблюдалась в 6-месячном возрасте. Содержание лейкоцитов было практически одинаковым, а количество тромбоцитов у гетерозиготных животных гена кальпастатина было меньше, чем у гомозиготных.

Наибольшее содержание эритроцитов и гемоглобина отмечено в крови животных с генотипом *CAST_AB*.

Таблица 15- Гематологические показатели крови баранчиков волгоградской породы с различными генотипами гена *CAST*, n=5

| Показатель | Возраст, мес. | Генотипы | |
|-------------------------|---------------|-------------|-------------|
| | | AA | AB |
| Гемоглобин, г/л | 4 | 98,96±1,28 | 99,07±1,31 |
| | 6 | 101,02±1,06 | 103,14±1,43 |
| Эритроциты, $10^{12}/л$ | 4 | 8,64±0,12 | 8,35±0,17 |
| | 6 | 8,19±0,13 | 8,01±0,10 |
| Лейкоциты, $10^9/л$ | 4 | 8,67±0,16 | 8,75±0,11 |
| | 6 | 8,62±0,31 | 8,60±0,13 |
| Тромбоциты, $10^9/л$ | 4 | 267,6±7,86 | 260,6±7,30 |
| | 6 | 250,6±9,33 | 245,2±8,36 |
| Общий белок, г/л | 4 | 55,02±0,52 | 57,18±1,20 |
| | 6 | 56,82±1,22 | 57,78±1,30 |

Выявленная закономерность, вероятно, связана с высокой интенсивностью окислительно-восстановительных процессов, протекающих в организме указанного генотипа, в период откорма, что подтверждается увеличением живой массы и среднесуточных приростов. В наших исследованиях указанные факторы имели следующие параметры (Таблица 16).

Таблица 16- Показатели естественной резистентности баранчиков волгоградской породы с различными генотипами гена *CAST*, %

| Показатель | Возраст, мес. | Генотипы | |
|-----------------------------|---------------|-----------|-----------|
| | | AA | AB |
| Лизоцимная активность, % | 4 | 37,6±0,22 | 40,5±0,30 |
| | 6 | 40,7±0,38 | 42,2±0,42 |
| Бактерицидная активность, % | 4 | 45,8±0,80 | 46,2±0,27 |
| | 6 | 45,7±0,47 | 45,9±0,32 |
| Фагоцитарная активность, % | 4 | 38,5±1,45 | 42,1±1,35 |
| | 6 | 39,8±1,19 | 43,4±1,93 |

Установлено, что сыворотка гетерозиготных ягнят обладала более высокой бактерицидной, лизоцимной и фагоцитарной активностью, по сравнению с гомозиготными сверстниками. Уровень значений бактерицидной, лизоцимной и фагоцитарной активностью у гетерозиготных животных выше, чем у гомозиготных на 14,8% ($P>0,99$); 1,9 % ($P>0,999$) и 11,6% ($P>0,999$), что свидетельствует о более лучшей устойчивости к инфекциям.

Таким образом, большая выраженность гуморального иммунитета выявлена у гетерозиготных животных генотипа *CAST_AB*, что свидетельствует о более высоком уровне защитных свойств организма и лучшей приспособленности его к местным условиям, что благоприятно сказывается на сохранности молодняка.

3.2.8 Экономическая эффективность выращивания молодняка овец волгоградской породы различных генотипов

Одной из основных задач отечественного овцеводства является разработка методов повышения экономической эффективности производства и улучшения качества получаемой продукции. В результате расчетов установлено, что использование методов комплексной оценки и диагностики продуктивных качеств в популяции овец волгоградской породы экономически целесообразно (Таблица 17).

Таблица 17 – Расчет экономической эффективности выращивания баранчиков волгоградской породы с различными генотипами гена *CAST*

| Показатель | Генотипы | |
|---|----------|--------|
| | AA | AB |
| Живая масса баранчика в возрасте 6 мес., кг | 33,12 | 35,03 |
| Реализационная стоимость продукции: | | |
| прироста живой массы, руб. | 3245,76 | 3432,9 |
| овчины, руб. | 350 | 350 |
| общая, руб. | 3595,8 | 3782,9 |
| Затраты, руб. | 2790 | 2790 |
| Прибыль, руб. | 805,8 | 992,9 |
| Рентабельность, % | 28,8 | 35,5 |

Установлено, что прибыль от получения и использования племенного поголовья овец волгоградской породы с желательным генотипом по гену *CAST_*

AB существенно превосходила этот показатель, по сравнению с гомозиготными животными. Уровень рентабельности у баранчиков с желательным генотипом *CAST_AB* по гену *CAST* был выше на 6,7%.

Это свидетельствует о высокой экономической эффективности использования ДНК-диагностики по гену-маркеру *CAST* в селекции волгоградской породы овец.

3.3 Продуктивные и биологические особенности овец эдильбаевской породы

3.3.1 Изучение полиморфизма генов *GDF9*, *GH*, *CLPG* в популяции овец эдильбаевской породы

Разработка методов более эффективного использования генофонда грубошерстных пород овец с целью повышения уровня и качества мясной продуктивности, снижения затрат кормов на единицу продукции, генетического контроля и управления селекционным процессом, а также поиск дополнительных резервов, повышающих экономические показатели отрасли, являются важнейшими задачами на современном этапе развития овцеводства.

В результате исследований установлено распределение частот встречаемости аллелей и генотипов генов *GDF9*, *GH*, *CLPG* у овец эдильбаевской породы (Таблица 18).

Таблица 18 - Частота аллелей и генотипов генов *GDF9*, *GH*, *CLPG* у овец эдильбаевской породы

| Ген | Частота аллелей | | Частота генотипов, % | | |
|-------------|-----------------|-------|----------------------|-------|-------|
| | A | B | AA | AB | BB |
| <i>GDF9</i> | 0,06 | 0,94 | 1,00 | 10,00 | 89,00 |
| <i>GH</i> | 0,66 | 0,34 | 48,40 | 35,50 | 16,10 |
| <i>CLPG</i> | 100,00 | 00,00 | 100,00 | 00,00 | 00,00 |

Максимальная частота встречаемости гомозиготного генотипа *GDF9_BB*, выявлена у овец эдильбаевской породы и составила 89%. Гетерозиготный генотип *GDF9_AB* в популяции овец эдильбаевской породы был распространен намного реже, частота его встречаемости составила 10%.

В наших исследованиях гомозиготный генотип *GDF9_AA* обнаружен у единственного представителя эдильбаевской породы, частота составила 1 %.

Полиморфизм гена *GH*, представлен двумя аллелями А и В. Наибольшая частота встречаемости в исследуемой популяции была характерна для аллеля А и гомозиготного генотипа *GH_AA* она составила 48,40%. Частота встречаемости генотипа *GH_AB* в исследуемой популяции овец эдильбаевской породы составила 35,50%. В данной популяции наименьшей частотой обладал гомозиготный генотип *GH_BB*, его частота составила 16,10%.

В популяции овец эдильбаевской породы был выявлен только гомозиготный генотип *CLPG_AA*. Генотипы *CLPG_AB* и *CLPG_BB* не были определены у животных.

3.3.2 Воспроизводительная способность овцематок с различными генотипами по *GDF9*

Наши результаты по воспроизводительной способности маток эдильбаевской породы и сохранности ягнят представлены в таблице 19.

Таблица 19- Воспроизводительная способность маток эдильбаевской породы с различными генотипами по гену *GDF9*

| Показатель | Генотипы | |
|---|----------|---------|
| | AB | BB |
| Случено маток, гол. | 100 | 100 |
| Обьягнилось маток, гол. | 99 | 96 |
| Получено ягнят, гол: | | |
| всего | 116 | 108 |
| в т.ч. живых | 115 | 104 |
| Плодовитость, % | 116 | 108 |
| Получено ягнят к отъему, гол | 114 | 102 |
| Сохранность ягнят к отъему, % | 99,1 | 98,1 |
| Сохранность ягнят в период 4-6 месяцев, % | 100 | 100 |
| Себестоимость получения 6-месячных ягнят, тыс. руб. | 319,200 | 285,600 |
| Общая выручка от реализации, тыс. руб. | 438,398 | 392,251 |
| Прибыль, тыс. руб. | 119,198 | 106,651 |

Из данных таблицы можно сделать вывод, что, несмотря на высокий уровень оплодотворяемости овцематок эдильбаевской породы опытных групп, уровень обьягнившихся маток генотипа *GDF9_AB* на 3% превышал аналогичный показатель гомозиготных *GDF9_BB* животных.

Следовательно, наибольшую плодовитость имели гетерозиготные *GDF9_AB* эдильбаевские матки. Они превосходили по данному показателю гомозиготных *GDF9_BB* животных на 8 %. Сохранность ягнят к моменту отъема от матерей была выше у гетерозиготных животных *GDF9_AB* на 1% в сравнении с гомозиготным генотипом *GDF9_BB*. Необходимо отметить, что сохранность ягнят к 6 месяцам, вне зависимости от генотипа, была стопроцентной.

Полученные результаты показали, что генотип *GDF9_AB* связан с лучшими воспроизводительными качествами овцематок эдильбаевской породы.

Проведённый эксперимент позволил установить, что с учетом многоплодия овцематок эдильбаевской породы и сохранности ягнят, расчетная прибыль от использования племенного поголовья овцематок генотипа *GDF9_AB*, по сравнению с генотипом *GDF9_BB*, была больше на 12,547 тыс. руб.

3.3.3 Особенности роста и телосложения молодняка овец эдильбаевской породы с различными генотипами по гену *GH*

Результаты выращивания подопытных животных от рождения до 6-месячного возраста показали, что ягнята (в зависимости от генотипов) различались по живой массе (Таблица 20).

Таблица 20- Динамика живой массы баранчиков эдильбаевской породы различных генотипов гена *GH*, кг

| Возраст | Генотипы | | |
|------------------------|------------|------------|------------|
| | AA | AB | BB |
| При рождении | 4,20±0,07 | 4,37±0,07 | 4,30±0,06 |
| При отбивке в 4 месяца | 30,75±0,28 | 33,10±0,39 | 31,22±0,14 |
| В 6 месяцев | 37,25±0,69 | 39,35±1,22 | 38,10±0,23 |

Наибольшей живой массой во все периоды постэмбриогенеза отличались животные генотипа *GH_AB*. Так, при рождении живая масса животных генотипа *GH_AB* составила 4,37 кг, что больше по сравнению с гомозиготными баранчиками на 0,17 и 0,07 кг или 4,0% и 1,6% ($P>0,99$).

Аналогичная тенденция сохраняется и в период отбивки ягнят. В 6 -месячном возрасте разница в пользу животных генотипа *GH_AB*, по сравнению со сверстниками генотипа *GH_AA* и *GH_BB*, составила соответственно 2,34 кг, 1,25 кг или на 6,3 % и 3,4% ($P>0,999$). В целом результаты показали связь генотипа *GH_AB* с лучшими ростовыми качествами овец эдильбаевской породы, которые проявляются от рождения до 6 месяцев. Как следствие, животные генотипа *GH_AB* характеризуются хорошим развитием основных промеров статей тела.

Экстерьерная характеристика животных в период их роста дополнялась вычислением индексов телосложения ягнят при рождении и при отбивке (Рисунок 6).

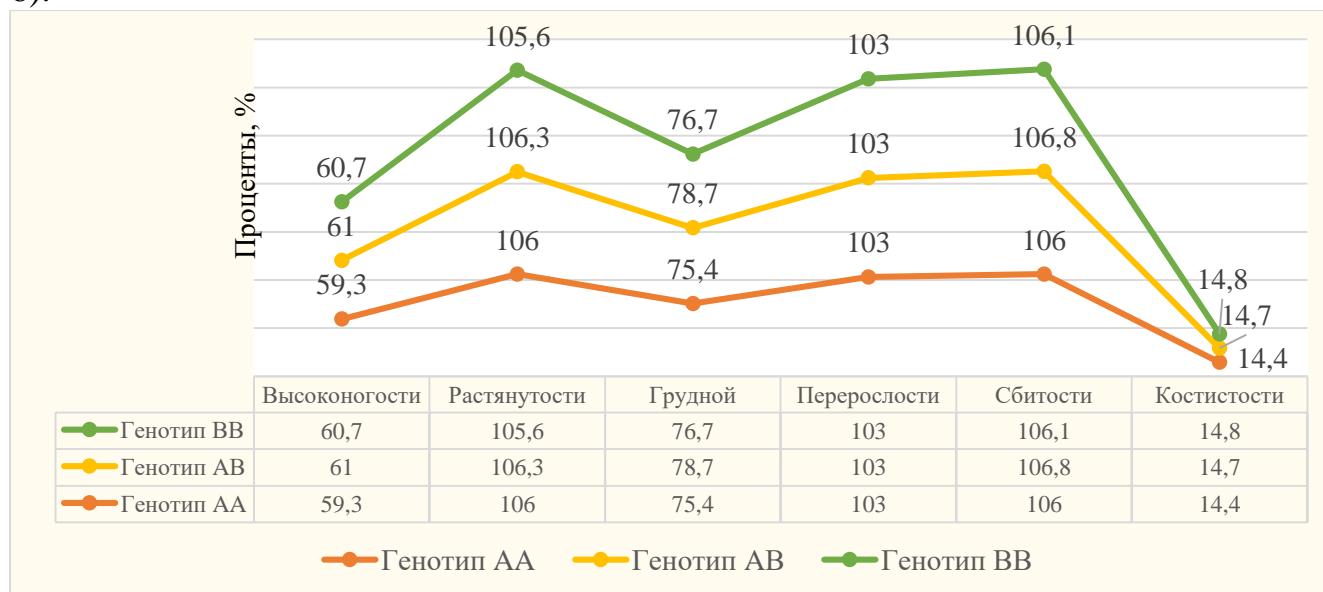


Рисунок 6- Индексы телосложения баранчиков эдильбаевской породы различных генотипов гена *GH* в 6-месячном возрасте, %

В 6-месячном возрасте наибольший индекс высоконогости, относительно аналогов генотипа *GH_AA* и *GH_BB*, отмечается у животных генотипа *GH_AB* и составляет 61,0%. Превосходство их над гомозиготными генотипами составляет 1,7 и 0,3 % ($P>0,95$). Помимо этого, у животных генотипа *GH_AB* величина грудного индекса составила 78,7%, превосходство относительно гомозиготных особей составило 2 и 3,3% ($P>0,95$). Наибольшим индексом сбитости, который характеризует развитие массы тела, характеризовались животные генотипа *GH_AB*

– 106,8%. Наименьшим показателем костистости характеризовались баранчики, носители генотипа *GH_AA* и *GH_AB*, что характеризует легкость костяка.

Таким образом, анализ экстерьера в изучаемых группах, показал, что по индексам телосложения сбитости и растянутости баранчики генотипа *GH_AB* имели лучшие показатели чем баранчики носители генотипа *GH_AA* и *GH_BB* и были ближе к характеристикам мясных овец.

3.3.4 Мясная продуктивность у баранчиков эдильбаевской породы

Для изучения мясной продуктивности в 6-месячном возрасте был проведен контрольный убой баранчиков (Таблица 21).

Таблица 21- Убойные качества баранчиков эдильбаевской породы различных генотипов гена *GH*

| Показатели | Генотипы | | |
|-----------------------------|------------|------------|------------|
| | AA | AB | BB |
| Предубойная живая масса, кг | 36,8± 1,66 | 39,0± 1,78 | 37,4± 1,22 |
| Масса, кг: | | | |
| парной туши | 14,9± 0,34 | 17,1± 0,76 | 15,3±0,22 |
| охлажденной туши | 14,4± 0,68 | 16,6± 0,73 | 14,9± 0,24 |
| Убойная масса, кг | 18,3± 0,62 | 19,8± 0,54 | 18,6± 0,81 |
| Убойный выход с курдюком, % | 48,9 | 50,8 | 49,7 |

Анализ материалов, полученных в результате контрольного убоя, свидетельствует, что по всем показателям контрольного убоя баранчики эдильбаевской породы генотипа *GH_AB* превосходили сверстников генотипа *GH_AA* и *GH_BB*. Так, предубойная живая масса у баранчиков эдильбаевской породы с генотипом *GH_AB* превосходила баранчиков с генотипом *GH_AA* и *GH_BB* на 2,2 и 1,6 кг, а убойный выход - на 1,9 и 1,1% соответственно ($P>0,95$).

3.3.5 Химический состав мяса баранчиков эдильбаевской породы

Проведены исследования по изучению химического состава мякотной части туши баранчиков эдильбаевской породы в возрасте 6 месяцев (Таблица 22).

Таблица 22- Химический состав средних проб мяса-фарша

| Генотипы | Содержание, % | | | | |
|----------|---------------|------------|------------|-----------|---------------------------------------|
| | влаги | жира | белка | зола | Калорийность 100 г мякоти, ккал |
| AA | 69,25±0,13 | 10,07±0,43 | 19,69±0,41 | 0,99±0,02 | 174,3 |
| AB | 68,75±0,9 | 10,36±0,11 | 19,90±0,74 | 0,99±0,15 | 177,9 |
| BB | 69,84±0,7 | 10,05±0,54 | 19,19±0,53 | 0,92±0,15 | 172,0 |

Анализ химического состава показал, что количество белка в мясе у баранчиков гетерозиготного генотипа *GH_AB* было больше, чем у гомозиготных животных *GH_AA* и *GH_BB* на 1,06 и 3,5% ($P>0,95$).

Таким образом, сравнительные данные химического анализа мяса молодняка овец эдильбаевской породы различных генотипов гена гормона роста *GH* позволяют сделать вывод, что, несмотря на незначительные отличия по основным

элементам, наиболее интенсивное развитие и вследствие этого накопление питательных веществ в мышечной ткани имели баранчики, носители генотипа *GH_AB*.

3.3.6 Функционально-технологические и органолептические показатели мяса баранчиков эдильбаевской породы

Результаты определения функционально-технологических свойств образцов приведены на рисунке 7.

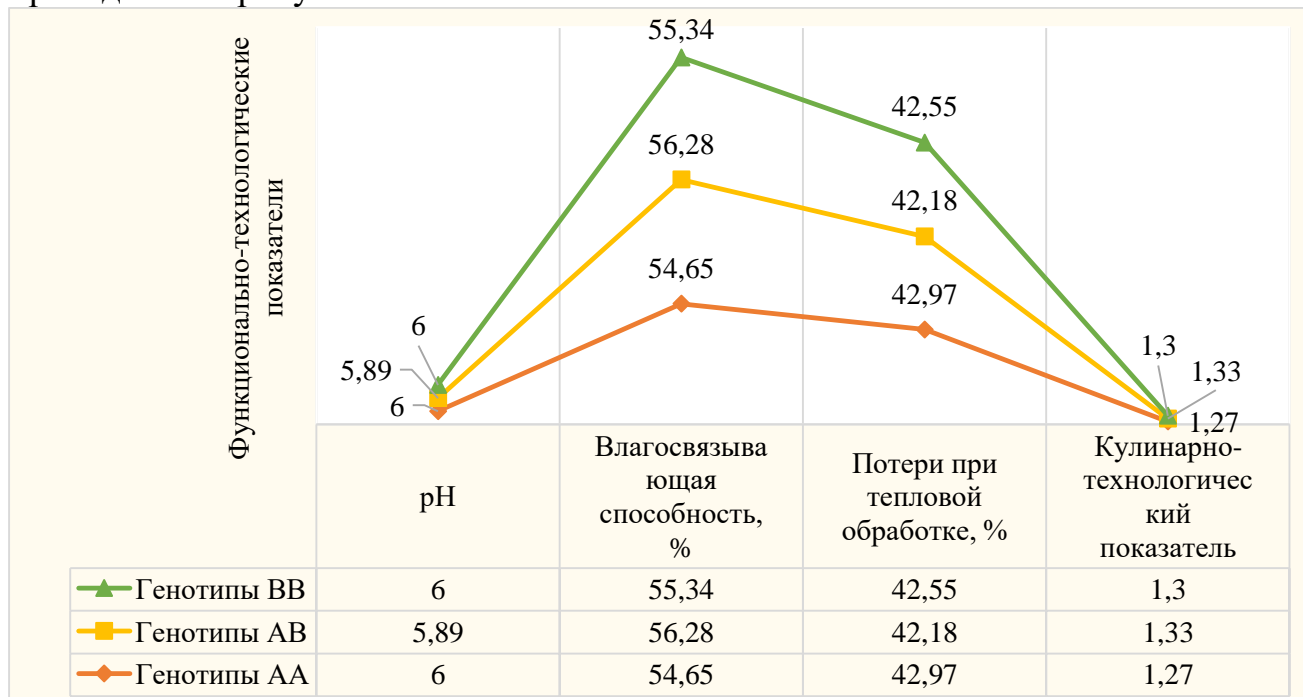


Рисунок 7 - Функционально-технологические и кулинарные показатели образцов мяса баранчиков эдильбаевской породы различных генотипов гена *GH*

Анализируя полученные данные, следует отметить, что показатель влагосвязывающей способности в баранине, полученной от животных носителей генотипа *GH_AB* гена гормона роста, выше, чем в баранине, полученной от животных с генотипом *GH_AA* и *GH_BB* на 1,6 и 0,94% (P≥0,95), а потери при кулинарной обработке ниже на 0,94 и 0,79% (P≥0,99).

Следовательно, закрепление в популяции гетерозиготного генотипа *GH_AB* будет способствовать улучшению органолептических качеств баранины.

3.3.7 Гематологические показатели и резистентность животных

Нами были изучены гематологические показатели крови различных генотипов гена гормона роста баранчиков эдильбаевской породы (Таблица 23).

По содержанию гемоглобина животные, носители гетерозиготного генотипа *GH_AB*, имели превосходство над гомозиготными животными генотипа *GH_AA* и *GH_BB*. Преимущество в пользу генотипа *GH_AB* составило 2,3% (P>0,99) по сравнению с животными генотип *GH_AA*.

Таблица 23- Гематологические показатели крови баранчиков эдильбаевской породы различных генотипов гена *GH*, n=5

| Показатель | Возраст, мес. | Генотипы | | |
|---------------------------------|---------------|------------|------------|------------|
| | | AA | AB | BB |
| Гемоглобин, г/л | 4 | 94,50±0,32 | 96,63±0,79 | 96,43±0,50 |
| | 6 | 97,50±0,36 | 99,63±0,47 | 98,43±0,83 |
| Эритроциты, 10 ¹² /л | 4 | 7,99±0,06 | 8,15±0,06 | 8,13±0,07 |
| | 6 | 7,79±0,07 | 8,00±0,11 | 7,83±0,09 |
| Лейкоциты, 10 ⁹ /л | 4 | 8,89±0,36 | 8,15±0,06 | 7,67±0,53 |
| | 6 | 8,69±0,40 | 8,01±0,09 | 7,52±0,12 |
| Тромбоциты, 10 ⁹ /л | 4 | 265,4±6,47 | 255,4±6,63 | 275,4±7,68 |
| | 6 | 278,3±6,38 | 269,1±6,36 | 270,2±6,62 |
| Общий белок, г/л | 4 | 59,16±0,21 | 62,51±0,71 | 62,00±1,78 |
| | 6 | 65,4±0,68 | 63,3±0,51 | 66,6±0,93 |

Анализ показателей естественной резистентности баранчиков эдильбаевской породы представлен в таблице 24.

Таблица 24- Показатели естественной резистентности баранчиков эдильбаевской породы различных генотипов гена *GH*, %

| Показатель | Возраст, мес. | Генотипы | | |
|-----------------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| | | AA | AB | BB |
| Лизоцимная активность, % | 4 | 40,16 ± 0,61 | 40,30 ± 0,86 | 40,23±0,58 |
| | 6 | 41,04 ± 0,63 | 41,43 ± 0,39 | 40,95±0,25 |
| Бактерицидная активность, % | 4 | 37,95 ± 0,75 | 38,11±0,63 | 38,02 ± 0,84 |
| | 6 | 37,02 ± 0,35 | 38,00±0,62 | 37,32 ± 0,44 |
| Фагоцитарная активность, % | 4 | 34,60 ± 0,23 | 36,10±0,38 | 35,90 ± 0,56 |
| | 6 | 34,82 ± 0,33 | 36,61±0,14 | 35,93± 0,14 |

В возрасте 4 месяцев фагоцитарная активность в крови ягнят гетерозиготного генотипа имела значение 36,10%, а у ягнят гомозиготного генотипа *GH* *AA* 34,6%.

К 6-месячному возрасту наблюдалась аналогичная закономерность. Уровень лизоцимной активности практически не различался между опытными группами. Однако животные носители гетерозиготного генотипа гена гормона роста обладали более высокими показателями 41,43%.

Сравнительным изучением показателей гуморального иммунитета опытного молодняка установлено, что сыворотка гетерозиготных ягнят обладала более высокой бактерицидной, лизоцимной и фагоцитарной активностью, по сравнению с гомозиготными сверстниками.

3.3.8 Экономическая эффективность выращивания молодняка овец эдильбаевской породы различных генотипов

Использование ДНК-маркеров позволяет повысить долю животных желательных генотипов в популяции и, как следствие, увеличивает объем производства получаемой продукции.

О целесообразности внедрения полученных результатов в производство можно судить по экономическому анализу (Таблица 25).

Таблица 25 – Расчет экономической эффективности выращивания овец эдильбаевской породы

| Показатель | Генотипы | | |
|--|------------|------------|------------|
| | АА | АВ | ВВ |
| Живая масса баранчика в возрасте 6 мес., кг | 37,01±0,69 | 39,35±0,52 | 38,10±0,76 |
| Реализационная стоимость продукции: прироста живой массы, руб. | 3626,9 | 3856,3 | 3733,8 |
| овчины, руб. | 200 | 200 | 200 |
| общая, руб. | 3826,9 | 4056,3 | 3933,8 |
| Затраты, руб. | 2800 | 2800 | 2800 |
| Прибыль, руб. | 1026,9 | 1256,3 | 1133,8 |
| Рентабельность, % | 36,7 | 44,8 | 40,5 |

Таким образом, уровень рентабельности у баранчиков с желательным генотипом *GH_AB* был выше на 8,1 и 4,3%, относительно групп животных гомозиготных генотипов *GH_AA* и *GH_BB*.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что при производстве молодой баранины рентабельность производства зависит от использования ДНК-диагностики по гену-маркеру *GH*.

3.4 Разработка технологий мясопродуктов общего и специального назначения

Одной из основных задач агропромышленного комплекса является разработка технологий мясопродуктов общего и специального назначения.

В данном контексте следует отметить, что создание мясных продуктов, предназначенных для лечения и предупреждения заболеваний, является приоритетным в пищевой промышленности направлением, имеющим социально-экономическую значимость.

Нами была разработана рецептура многокомпонентного рассола для производства деликатесных мясных продуктов (патент RU 2634437 С1). Введение многокомпонентного рассола в количестве 25% к массе сырья оказало положительное влияние на вкус готового продукта. Деликатесный мясной продукт, изготовленный по разработанной рецептуре, имел нежную консистенцию и более высокую органолептическую оценку – 4,9 балла.

Для расширения ассортимента мясных изделий и повышения эффективности использования мяса птицы и баранины была разработана рецептура полукопченой колбасы (патент RU 251539 С2). Использование сочетания мяса птицы в количестве 25% и баранины 65% обеспечивает получение полукопченой колбасы с наилучшими качественными характеристиками.

Разработана технология производства мясного хлеба. Образец мясного хлеба, изготовленный по разработанной рецептуре, имел упругую консистенцию и приятный вкус (5 баллов).

Введение в рецептуру разработанных рубленых полуфабрикатов в оболочке функциональных компонентов положительно влияло на консистенцию, вкус и сочность готового продукта. Средняя органолептическая оценка составила 4,8 балла. Использование усовершенствованных технологий и разработанных рецептов предприятиями мясной отрасли позволит значительно расширить ассортимент специализированных продуктов для функционального питания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Экспериментальные исследования по изучению хозяйственно-биологических особенностей овец сальской породы разного генетического потенциала, определения частот аллелей и генотипов по генам *GDF9* и *GH* позволили установить следующее.

– Лучшими воспроизводительными качествами отличались овцематки сальской породы генотипа *GDF9_AB*. Они имели наибольшую сохранность ягнят в подсосный период - 95 %, что на 3 % выше, чем у животных генотипа *GDF9_BB*. Также нами была отмечена стопроцентная сохранность ягнят в период 4- 6 месяцев вне зависимости от генотипа.

– Оценка роста и мясной продуктивности на фоне генотипа *GH* позволила установить, что при рождении самыми крупными были гетерозиготные *GH_AB* животные. Необходимо отметить, что в процессе онтогенеза гетерозиготные животные с генотипом *GH_AB* росли и развивались лучше, чем животные с генотипом *GH_AA* и *GH_BB*. Результаты исследований показали, что к 4-месячному возрасту гетерозиготные животные сальской породы с генотипом *GH_AB*, превосходили животных с генотипом *GH_AA* и *GH_BB* по живой массе на 3,9 и 16,1% ($P>0,999$). Наибольшей живой массой в 6-месячном возрасте 38,30 кг обладали гетерозиготные животные с генотипом *GH_AB*, что оказалось на 13,2% ($P>0,999$) больше, чем с гомозиготными генотипами *GH_AA* и на 11,9% *GH_BB* ($P>0,999$). Как следствие, животные генотипа *GH_AB* превосходили сверстников по промерам экстерьера.

– По убойным показателям животные генотипа *GH_AB* превосходили сверстников – гомозигот. Убойная масса составила 16,99 кг, что выше на 27 и 14% ($P>0,95$), убойный выход у баранчиков сальской породы генотипа *GH_AB* был выше, чем у баранчиков носителей генотипа *GH_AA* и *GH_BB* на 4,3 и 0,9% соответственно. Лучшую сортовую структуру туши имели также гетерозиготные баранчики *GH_AB*. Выход отрубов первого сорта составил у них 89,4%, что на 1,6 и 1,1% ($P>0,95$) больше, чем у гомозиготных животных генотипа *GH_AA* и *GH_BB*.

– Химический состав мышечной ткани у баранчиков сальской породы с гетерозиготным генотипом *GH_AB* характеризовался меньшим количеством влаги, большим количеством жира и белка по сравнению с гомозиготными животными *GH_AA* и *GH_BB*. Аминокислотный индекс был выше у животных генотипа *GH_AB* по отношению к гомозиготному генотипу *GH_AA* на 0,05 % и гомозиготному генотипу *GH_BB* на 0,06%. У особей сальской породы с генотипом *GH_AB* содержание жира составило 12,07 %, что на 1,97 и 0,95 % больше, чем у животных с генотипом *GH_AA* и *GH_BB*.

2. Экспериментальные исследования по изучению хозяйственно-биологических особенностей овец волгоградской породы разного генетического потенциала, определения частот аллелей и генотипов по генам *GDF9* и *CAST* позволили установить следующее.

– Наибольшую плодовитость имели гетерозиготные *GDF9_AB* волгоградские матки. Они превосходили по данному показателю гомозиготных *GDF9_BB* животных на 8 %. Полученные результаты показали, что генотип *GDF9_AB* связан с лучшими воспроизводительными качествами овцематок волгоградской породы.

– Анализ продуктивных качеств овец волгоградской породы показал, что полиморфизм гена *CAST* связан с ростовыми показателями животных от рождения до 6 месяцев. При рождении самыми крупными были гетерозиготные *CAST_AB* животные, они превосходили животных с генотипом *CAST_AA* на 3 % ($P > 0,999$). Преимущество животных с генотипом *CAST_AB* в 4 месяца над генотипом *CAST_AA* составило 2,4% ($P > 0,95$), в 6 месяцев на 5,8% ($p = 0,05$). Данные по изучению промеров экстерьера и индексов телосложения согласуются с тем, что животные с генотипом *CAST_AB* имели преимущества по развитию мясной продуктивности.

– По мясной продуктивности животные волгоградской породы с генотипом *CAST_AB* превосходят сверстников *CAST_AA*: по предубойной массе на 6,2%, по убойной массе на 9,1% ($P > 0,999$). Установлено, что в исследуемой выборке овец волгоградской породы коэффициент мясности составил 3 вне зависимости от генотипов гена *CAST*.

– По количеству сухого вещества в мясе животные с генотипом *CAST_AB* имели превосходство над гомозиготами на 2,3% ($P > 0,95$). По количеству протеина преимущество животных с генотипом *CAST_AB* составило 1,3 % ($P < 0,01$), жира – 0,93% ($P < 0,01$), золы – 0,07% ($P < 0,01$). Аминокислотный индекс мяса у животных носителей гетерозиготного генотипов гена кальпастина *CAST_AB* был выше и составил 0,96, что свидетельствует о высокой биологической ценности их мяса. По гену *CAST* определен положительный эффект влияния гетерозиготного генотипа на пищевую ценность и качество мяса.

3. Экспериментальные исследования по изучению хозяйственно-биологических особенностей овец эдильбаевской породы разного генетического потенциала, определения частот аллелей и генотипов по генам *GDF9* и *GH* позволили установить следующее.

– Лучшую плодовитость имели гетерозиготные эдильбаевские матки. Они превосходили по данному показателю гомозиготных животных *GDF9_BB* на 8 %. Полученные результаты показали, что генотип *GDF9_AB* связан с лучшими воспроизводительными качествами овцематок эдильбаевской породы.

– Анализ полиморфизма гена *GH* выявил у овец эдильбаевской породы достоверное влияние на рост и развитие: животные, носители генотипа *GH_AB*, характеризовались наибольшей живой массой во все периоды постэмбриогенеза. Так, при рождении живая масса животных генотипа *GH_AB* составила 4,37 кг, что больше по сравнению с гомозиготными баранчиками на 0,17 и 0,07 кг или 4,0% и 1,6% ($P > 0,99$). В 6-месячном возрасте разница в пользу животных генотипа *GH_AB*, по сравнению со сверстниками генотипа *GH_AA* и *GH_BB*, составила

соответственно 2,34 кг, 1,25 кг или на 6,3 % и 3,4% ($P>0,999$). Животные эдильбаевской породы генотипа *GH_AB* превосходили сверстников по промерам экстерьера.

– Исследование мясной продуктивности баранчиков эдильбаевской породы показало, что лучшую мясную продуктивность имели животные носители гетерозиготного генотипа, предубойная живая масса генотипа *GH_AB* превосходила баранчиков с генотипом *GH_AA* и *GH_BB* на 2,2 и 1,6 кг, а убойный выход на 1,9 и 1,1% ($P>0,95$) соответственно. Коэффициент мясности у животных эдильбаевской породы, носителей генотипа *GH_AB*, на 12,0 и 18,7% ($P>0,95$) оказался выше, чем у гомозиготных животных генотипа *GH_AA* и *GH_BB*.

– Анализ химического состава показал, что количество белка у баранчиков эдильбаевской породы гетерозиготного генотипа *GH_AB* было больше, чем у гомозиготных животных на 1,06 и 3,5% ($P>0,95$). Более высокий аминокислотный индекс мяса был у животных с гетерозиготным генотипом *GH_AB* на 0,04% и 0,12% относительно гомозиготных генотипов *GH_AA* и *GH_BB*. Аминокислотный индекс у гомозиготных животных генотипа *GH_AA* был выше по сравнению с гетерозиготными животными генотипа *GH_AB* гена гормона роста и составил 1,03.

4. Выявлена связь полиморфизма гена гормона роста с показателями мясной продуктивности. В качестве желательного по откормочным и мясным качествам овец сальской и эдильбаевской породы установлен генотип *GH_AB*. Установлено влияние генотипа *CAST_AB* на уровень развития мясных качеств у овец волгоградской породы. Анализ воспроизводительных качеств выявил у овец сальской, волгоградской и эдильбаевской пород положительное влияние гетерозиготного генотипа гена *GDF9*.

5. По результатам исследований овец калмыцкой курдючной породы, а также исходного и нового внутрипородного типа эдильбаевской породы были получены фрагменты мтДНК области D-петли длиной 1179 п.н. и определена первичная структура нуклеотидов между позициями 15437-16616 п.н. Исследования фрагмента D-петли мтДНК овец показали генетическую дифференциацию породных групп.

6. Разработаны рациональные приемы оценки мясной продуктивности овец сальской, волгоградской и эдильбаевской породы на основе изученных генов *CAST*, *GH* позволяющие отбирать животных, генетически предрасположенных к высокой мясной продуктивности.

7. Разработаны рецептуры и технологии мясопродуктов из баранины, соответствующие принципам здорового питания. Установлены особенности химического состава и функционально-технологических свойств разработанных мясопродуктов.

8. Экономические расчеты показали, что в экспериментальной группе животных сальской породы рентабельность производства баранины генотипа *GH_AB* была выше по сравнению с гомозиготными аналогами *GH_AA* и *GH_BB* на 15,4 и 14,1%. Уровень рентабельности у баранчиков волгоградской породы с желательным генотипом *CAST_AB* был выше на 6,6%, что указывает на высокую экономическую эффективность использования ДНК-диагностики по гену-маркеру *CAST* в селекции волгоградской породы овец. Расчеты показали, что уровень

рентабельности у баранчиков эдильбаевской породы с желательным генотипом *GH_AB* был выше на 8,0 и 4,3%, относительно групп животных гомозиготных генотипов *GH_AA* и *GH_BB*. Полученные результаты свидетельствуют о том, что рентабельность производства зависит от использования ДНК-диагностики по гену-маркеру *GH*.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

С целью оптимизации и мониторинга селекционных процессов в овцеводстве, для совершенствования сальской, волгоградской и эдильбаевской пород овец использовать установленные нами научно-обоснованные сведения о полиморфизме генов *GDF9*, *GH*, *CAST* и их связь с продуктивными признаками животных.

Для улучшения показателей мясной продуктивности у овец сальской и эдильбаевской пород, целесообразно повышать концентрацию в популяциях гетерозиготного генотипа гена гормона роста.

У овец волгоградской породы для улучшения мясной продуктивности необходимо закрепить в популяции гетерозиготный генотип гена кальпастина.

Для повышения воспроизводительной способности у овец сальской, волгоградской, эдильбаевской породы в селекционной работе целесообразно использовать животных, несущих гетерозиготный генотип гена *GDF9*.

Рекомендуем организациям по племенному животноводству использовать результаты проведенных исследований для создания новых типов и пород овец.

Использование усовершенствованных пищевых технологий и разработанных рецептов предприятиями мясоперерабатывающей отрасли позволит значительно расширить ассортимент специализированных продуктов функционального питания, снизить себестоимость социально значимой продукции, в целом повысить рентабельность агропромышленного комплекса РФ.

Перспективы дальнейшей разработки темы

В дальнейшей работе целесообразно предусмотреть проведение исследований в направлении выявления других ДНК-маркеров хозяйственно-полезных качеств сельскохозяйственных животных и изучения механизма их действия. Большое значение будет иметь методология определения приоритетов в использовании сведений о геноме и их интеграция в оценочный комплекс определения племенной ценности животных.

Статьи, опубликованные в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Колосов, Ю.А. Рост и мясные качества молодняка овец различного происхождения / Ю.А. Колосов, А.С. Дегтярь, **Н.В. Широкова**, В.В. Совков // Материалы научно-производственного журнала «Овцы, козы, шерстяное дело» №1. – г. Москва, 2013. – С.32-34.
2. Бараников, А.И. Создание новых мясных продуктов с использованием баранины/ А.И. Бараников, Ю.А. Колосов, **Н.В. Широкова**// Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – КубГАУ, 2013. - №05 (089). – Шифр Информрегистр: 0891305052.
3. **Широкова, Н.В.** Полиморфизм гена дифференциального фактора роста (*GDF9*) у овец

- сальской породы/ Н.В. Широкова, А.Ю. Колосов, Л.В. Гетманцева //Главный зоотехник. 2014. № 11. С. 22-28.
4. **Широкова, Н.В.** Гематологические показатели, резистентность молодняка помесных овец / Н.В. Широкова, А.Н. Карабиневский // Ветеринарная патология. 2014. № 3-4 (49-50). С. 109-112.
 5. **Широкова, Н.В.** Оптимизация техники проведения ПЦР-ПДРФ для генотипирования овец/ Н.В. Широкова, Ю.А. Колосов, Л.В. Гетманцева, А.В. Радюк, Н.Ф. Бакоев //Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 113. С. 1473-1481.
 6. Колосов, Ю.А. Повышение эффективности овцеводства / Ю.А. Колосов, **Н.В. Широкова**, А.Н. Карабиневский, В.Н. Приступа, О.Н. Орлова, Л.С. Дмитриева, Л.В. Скрипник // Все о мясе. 2016. № 5. С. 52-55.
 7. Колосов Ю.А., Технология мясных продуктов с использованием мяса баранины и птицы/ Ю.А. Колосов, **Н.В. Широкова**, А.Ю. Колосов //Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 1 (33). С. 94-97.
 8. **Широкова, Н.В.** Полиморфизм микросателлитных локусов OarCP549, CSRD247, FCB20 и MAF65 у овец / Н.В. Широкова, Л. В. Гетманцева, Ю. А. Колосов, Н. Ф. Бакоев, Т. Е. Денискова, С. Ю. Бакоев, В. В. Волкова, Т. С. Романец // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2017. – Т. 5. – № 60. – С. 57–62.
 9. **Широкова, Н.В.** Применение биотехнологических приемов в производстве деликатесного мясного продукта/ Н.В. Широкова, П.В. Скрипин, П.С. Кобыляцкий, Т.С. Романец //Научная жизнь. 2017. № 4. С. 75-81.
 10. **Широкова, Н.В.** Продуктивные качества овец волгоградской породы различных генотипов гена CAST / Н.В. Широкова, Л.В. Гетманцева, Н.Ф. Бакоев //Научная жизнь. 2018. № 10. С. 164-172.
 11. **Широкова, Н.В.** Биотехнологические методы изучения полиморфизма гена гормона роста / Н.В. Широкова, Ю.А. Колосов, Л.В. Гетманцева, П.С. Кобыляцкий // Научная жизнь. 2017. № 3. С. 84-91.
 12. **Широкова, Н.В.** Биотехнологические аспекты в технологии функциональных мясных изделий / Н.В. Широкова, П.В. Скрипин, П.С. Кобыляцкий, А.М. Емельянов, А.В. Беляевская // Научная жизнь. 2018. № 4. С. 6-13.
 13. **Широкова, Н.В.** Исследование нуклеотидной последовательности D-ПЕТЛИ мтДНК у овец мериносовых пород РФ/ Н.В. Широкова, Н.Ф. Бакоев, М.А. Колосова, Л.В. Гетманцева, Ю.А. Колосов //Международный научно-исследовательский журнал. 2018. № 11-2 (77). С. 21-25.
 14. **Широкова, Н.В.** Оптимизация технологии мясного рубленого полуфабриката / Н.В. Широкова, П.С. Кобыляцкий, А.А. Бабиченко, Н.А. Михайлец // Научная жизнь. 2019. Т. 14. № 12 (100). С. 1896-1902.
 15. **Широкова, Н.В.** Использование растительного сырья при производстве рубленых полуфабрикатов в оболочке / Н.В. Широкова, Я.П. Сердюкова, И.Г. Казарова // Научная жизнь. 2020. Т. 15. № 3 (103). С. 408-415.
 16. **Широкова, Н.В.** Исследование и разработка технологии производства мясного хлеба / Н.В. Широкова, А.М. Емельянов, Д.Д. Овчинников // Научная жизнь. 2020. Т. 15. № 4 (104). С. 544-550.
 17. Колосов, Ю.А. Полиморфизм гена (GDF9) у овец сальской породы/ Ю.А. Колосов, **Н.В. Широкова**, Л.В. Гетманцева //Ветеринарная патология. 2014. № 3-4 (49-50). С. 78-81.

18. Колосов, Ю.А. Повышение эффективности овцеводства / Ю.А. Колосов, **Н.В. Широкова**, А.Н. Карабиневский, В.Н. Приступа, О.Н. Орлова, Л.С. Дмитриева, Л.В. Скрыпник // Все о мясе. - 2016. - № 5. - С. 52-55.
19. Колосов, Ю.А. Биотехнологические методы изучения полиморфизма гена гормона роста / Ю.А. Колосов, П.С. Кобыляцкий, **Н.В. Широкова**, Л.В. Гетманцева, Н.Ф. Бакоев // Дальневосточный аграрный вестник. - 2017. - №2(42). - С. 82 - 86.
20. Скрипин, П.В., Исследование и разработка технологии полукопченых колбас / П.В. Скрипин, П.С. Кобыляцкий, **Н.В. Широкова** // Научная жизнь. 2019. Т. 14. № 11 (99). С. 1786-1792.

Издания, индексируемые в международной информационно-аналитической системе научного цитирования Scopus и Web of Science

21. Kolosov, Yu.A. Sheep Breeding Resources in Rostov Region / U.A. Kolosov, L. Getmantseva, **N. Shirokova** // World Applied Sciences Journal. - 2013. - V. 23. № 10. - URL: [ido-si.org/wasi/wasi23\(10\)2012](http://ido-si.org/wasi/wasi23(10)2012).
22. Kolosov, Yu.A. Polymorphism of the GDF9 Gene in Russian Sheep Breeds / Yu.A. Kolosov, L.V. Getmantseva, **N.V. Shirokova**, A. Klimenko, S.Yu. Bakoev, A.V. Usatov, A.Yu. Kolosov, N.F. Bakoev, M.A. Leonova // J. Cytol. Histol. - 2015. - Vol. 6: 305. doi:10.4172/2157-7099.1000305.
23. Getmantseva, L. Effect of the GDF9 gene on the weight of lambs at birth / Getmantseva L., Bakoev N., Bakoev S., **Shirokova N.**, Kolosova M., Kolosov A., Kolosov Y., Usatov A., Shevtsova V. //Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2019. Т. 25. № 1. С. 153-157.
24. Gorlov, I.F. GDF9 gene polymorphism and its association with litter size in two Russian sheep breeds / I.F. Gorlov, Yu.A. Kolosov, **N.V. Shirokova**, L.V. Getmantseva, M.I. Slozhenkina, N.I. Mosolova, N.F. Bakoev, M.A. Leonova, A.Yu. Kolosov, E.Yu. Zlobina // Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali. - 2018. - Vol. 29. - Issue 1. - P. 61–66.
25. Gorlov, I.F. CAST/MspI gene polymorphism and its impact on growth traits of Soviet Merino and Salsk sheep breeds in the South European part of Russia /I.F. Gorlov, **N.V. Shirokova**, A.V. Randelin, V.N. Voronkova, N.I. Mosolova, E.Yu. Zlobina, A.Yu. Kolosov, N.F. Bakoev, A.Yu. Kolosov, L.V. Getmantseva // Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. - 2016. - Vol. 40. - P.399-405.
26. Gorlov, I.F. Association of the growth hormone gene polymorphism with growth traits in Salsk sheep breed / I.F. Gorlov, Yu.A. Kolosov, **N.V. Shirokova**, L.V. Getmantseva, M.I. Slozhenkina, N.I. Mosolova, N.F. Bakoev, M.A. Leonova, A.Yu. Kolosov, E.Yu. Zlobina // Small Ruminant Research. - 2017. - Vol. 150. - P. 11–14.
27. Gorlov, I.F. Polymorphism of CLPG gene in three sheep breeds grown in the steppe zone of the russian federation / Gorlov I.F., **Shirokova N.V.**, Slozhenkina M.I., Mosolova N.I., Anisimova E.Y., Ponomariov V.V., Kolosov Y.A., Kolosov A.Y., Getmantseva L.V. // Journal of Advanced Veterinary and Animal Research. 2020. Т. 7. № 1. С. 51-55.

Научно- и учебно-методические пособия, научно-практические рекомендации

28. Гетманцева, Л.В. Диагностика полиморфизма ДНК-маркеров селекционных признаков с.-х. животных методом ПЦР-ПДРФ: учебно-методическое пособие / Л.В. Гетманцева, М.А. Леонова, **Н.В. Широкова**, А.Ю. Колосов – пос. Персиановский: Донской ГАУ, 2016 – 30 с.
29. Колосов, Ю.А. Технология производства мясной продукции овцеводства на основе использования генетических ресурсов отечественной и зарубежной селекции: учебно-методическое пособие / Ю.А. Колосов, А.И. Бараников, В.В. Крахмалев, А.С. Дегтярь, **Н.В.**

Широкова – пос. Персиановский: Донской ГАУ, 2011 – 30 с.

30. Горлов, И.Ф. Новые подходы к производству животноводческого сырья и повышению биологической ценности продукции на основе современных методов / Ранделин А.В., Сложенкина М.И., Мосолова Н.И., Мирошник А.С., Гиро М.В., Мосолова Д.А., Селезнева Е.А., **Широкова Н.В.** – Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, Волгоградский государственный технический университет. Волгоград, 2015.– 39 с.
31. Горлов, И.Ф. Эффективность производства животноводческого сырья и производимой из него продукции на основе современных технологий / И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина, Н.И. Мосолова, Е.Ю. Злобина, А.В. Куликовский, Р.С. Омаров, **Н.В. Широкова** / Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции. Волгоград, 2015.– 55 с.
32. Горлов, И.Ф. Усовершенствование селекционного процесса на основе молекулярно-генетических методов / Горлов И.Ф., Филатов А.С., Ранделин А.В., Сложенкина М.И., Сулимова Г.Е., Воронкова В.Н., Колосов Ю.Н., **Широкова Н.В.**, Соколова Л.С. // Методические указания : Волгоградский государственный технический университет Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции. Волгоград, 2015. – 80 с.

Патенты

33. Колосов, Ю.А. Колбаса полукопченая : патент на изобретение № 2515394 С2 от 10.05.2014 / Колосов Ю.А., **Широкова Н.В.**, Совков В.В., Карабиневский А.Н.
34. **Широкова, Н.В.** Композиция рассола для приготовления деликатесного продукта из мяса овец : Патент на изобретение № 2634437 С от 30.10.2017 / Широкова Н.В., Колосов Ю.А., Орлова О.Н.
35. Гетманцева, Л.В. Способ оценки высокой мясной продуктивности овец сальской породы : патент на изобретение № 2662679 С1 от 26.07.2018 / Гетманцева Л.В., **Широкова Н.В.**, Колосов Ю.А., Бакоев Н.Ф., Романец Т.С.

Свидетельство о государственной регистрации базы данных

36. **Широкова, Н.В.** База данных генотипов овец по генам GDF9(G1), GH, CAST № 2017621130 от 02.10.2017 / Широкова Н.В., Колосов Ю.А., Гетманцева Л.В., Бакоев Н.Ф., Романец Т.С.

Монографии

37. **Широкова, Н.В.** Использование баранины в технологии деликатесных изделий: монография / Н.В. Широкова. – LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH, 2017. -60с.

Список научных работ, опубликованных по теме диссертации в других изданиях

38. Колосов, Ю.А. Рост и развитие помесного молодняка овец различного происхождения / Ю.А. Колосов, **Н.В. Широкова** // В сборнике: Инновационные пути развития АПК: проблемы и перспективы. материалы международной научно-практической конференции: в 4 томах. 2013. С. 161-164.
39. Колосов, Ю.А. Рациональная переработка баранины / Ю.А. Колосов, **Н.В. Широкова** // В сборнике: Инновационные технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции в условиях ВТО. В 2-х частях. Материалы международной научно-практической конференции. 2013. С. 80-82.
40. **Широкова, Н.В.** Генетическое детерминирование плодовитости овец / Н.В. Широкова // Молодой ученый. 2013. С. 785-787.
41. Колосов, Ю.А. Гематологические показатели и резистентность молодняка помесных овец / Ю.А. Колосов, **Н.В. Широкова** // Сборник научных трудов Северо-Кавказского научно-исследовательского института животноводства. 2014. Т. 3. № 1. С. 66-70.
42. Колосов, Ю.А. Сальская порода овец - история развития и совершенствования / Ю.А. Колосов, И.В. Засемчук, **Н.В. Широкова**, Н.Ф. Бакоев // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и

- кормопроизводства. 2014. Т. 3. № 7. С. 84-87.
43. Колосов, Ю.А. Перспективный маркер мясной продуктивности овец / Ю.А. Колосов, Н.Ф. Бакоев, Леонова М.А., **Н.В. Широкова**, А.Ю. Колосов, С.Ю. Бакоев // В книге: Актуальные проблемы биологии, нанотехнологий и медицины. Материалы VI Международной научно-практической конференции. 2015. С. 91-92.
 44. Колосов, Ю.А. Полиморфизм гена CAST/MSP1 у овец сальской породы / Ю.А. Колосов, **Н.В. Широкова**, Н.Ф. Бакоев // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. 2015. Т. 1. № 8. С. 152-154.
 45. Колосов, Ю.А. Разработка и освоение маркерной селекции в овцеводстве / Ю.А. Колосов, **Н.В. Широкова**, Н.Ф. Бакоев // В сборнике: Селекция сельскохозяйственных животных и технология производства продукции животноводства. Материалы международной научно-практической конференции. 2016. С. 45-47.
 46. Колосов, Ю.А. Полиморфизм гена CAST/MSP1 у мериносовых овец, разводимых в Ростовской области / Ю.А. Колосов, Л.В. Гетманцева, **Н.В. Широкова**, Н.Ф. Бакоев, А.Н. Карабиневский // В сборнике: Окружающая среда и человек. Современные проблемы генетики, селекции и биотехнологии. материалы международной научной конференции и молодежной научной конференции памяти члена-корреспондента РАН Д.Г. Матишова. 2016. С. 530-533.
 47. Колосов, Ю.А. Подход к оценке генетического разнообразия с.-х. животных / Ю.А. Колосов, Д.Д. Чертков, **Н.В. Широкова**, Н.Ф. Бакоев, Т.С. Романец, Е.А. Романец, Ш.Д. Михтоджова // Вестник Донского государственного аграрного университета. 2016. № 4-1 (22). С. 14-22.
 48. **Широкова, Н.В.** Хозяйственно-биологические особенности овец сальской породы / Н.В. Широкова. – LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH, 2016. -50с.
 49. **Широкова, Н.В.** Эффективность использования генетических маркеров в овцеводстве / Н.В. Широкова, Н.Ф. Бакоев // В сборнике: Инновационные технологии в науке и образовании (ИТНО-2017). Материалы V Международной научно-практической конференции. 2017. С. 353-356.
 50. Беляевская, А.В. Использование баранины и пробиотических культур в технологии деликатесных изделий / А.В. Беляевская, **Н.В. Широкова** // В сборнике: Инновационные технологии пищевых производств. Материалы всероссийской научно-практической конференции. 2017. С. 8-11.
 51. **Широкова, Н.В.** Использование ДНК-технологий для оценки воспроизводительных качеств овец / Н.В. Широкова // В сборнике: Молодежь и наука XXI века. Материалы Международной научной конференции. 2017. С. 23-27.
 52. **Широкова, Н.В.** Генетический анализ D-петли митохондриальной ДНК овец мериносовых пород / Н.В. Широкова, А.В. Беляевская // В сборнике: Аспекты животноводства и производства продуктов питания. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 110-й годовщине со дня рождения П.Е. Ладана. 2018. С. 189-191.
 53. **Широкова, Н.В.** Молекулярно-генетический анализ полиморфизма микросателлитных локусов овец сальской породы / Н.В. Широкова, Л.В. Гетманцева, Н.Ф. Бакоев // В сборнике: Биотехнологии и инновации в агробизнесе. Материалы международной научно-практической конференции. 2018. С. 84-90.
 54. **Широкова, Н.В.** Селекция животных с использованием ДНК-маркеров / Н.В. Широкова, Н.Ф. Бакоев // В сборнике: Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса горных и предгорных территорий. Материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 100-летию Горского ГАУ. 2018. С. 164-167.
 55. Горлов, И.Ф. Оценка комбинационной способности линий сельскохозяйственных животных / И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина, О.Л. Третьякова, О.П. Шахбазова, **Н.В. Широкова** // Аграрно-пищевые инновации. 2018. № 4 (4). С. 15-21.

56. Горлов, И.Ф. ДНК-маркеры в селекции овец / И.Ф. Горлов, **Н.В. Широкова**, Ю.А. Колосов, А.В. Беляевская // В сборнике: Инновации в производстве продуктов питания: от селекции животных до технологии пищевых производств. Материалы международных научно-практических конференций. 2019. С. 164-167.
57. **Широкова, Н.В.** Использование растительного сырья в производстве мясного хлеба / Н.В. Широкова, А.Н. Колесникова, А.В. Беляевская // В сборнике: Инновации в производстве продуктов питания: от селекции животных до технологии пищевых производств. материалы международных научно-практических конференций. 2019. С. 103-106.
58. **Широкова, Н.В.** Разработка рецептур рубленых полуфабрикатов / Н.В. Широкова, М.А. Махно // В книге: Достижения и перспективы развития животноводства. Материалы национальной научно-практической конференции, посвященной памяти В.Я. Горина. 2019. С. 137-139.
59. Колосов, Ю.А. Изучение мясной продуктивности и полиморфизма гена FABP4 у овец калмыцкой курдючной породы / Ю.А. Колосов, **Н.В. Широкова** // В сборнике: Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. сборник научных трудов Национальной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора биологических наук, профессора Е. П. Ващекина. 2020. С. 172-176.
60. Колосов, Ю.А. Использование баранины и стартовых культур микроорганизмов в технологии деликатесных изделий / Ю.А. Колосов, **Н.В. Широкова** // В сборнике: актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. Сборник научных трудов Национальной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора биологических наук, профессора Е. П. Ващекина. 2020. С. 103-106.

Широкова Надежда Васильевна

ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОВЕЦ РАЗНОГО ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ И ПЕРЕРАБОТКЕ БАРАНИНЫ В УСЛОВИЯХ ЮГА РОССИИ

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
доктора биологических наук
Подписано в печать __. __. 2021 года. Формат 60x84/16
Бумага типографская. Гарнитура Times New Roman.
Усл. печ. л. 2,0. Тираж 100 экз. Заказ № __.
Издательско-полиграфический комплекс
ФГБНУ Поволжский НИИММП 400131,
г. Волгоград, ул. Рокоссовского, 6