

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

Онищенко Ольга Николаевна

**ПОЛИМОРФИЗМЫ ГЕНОВ *GH*, *GDF9*, ИХ СВЯЗЬ С
БИОЛОГИЧЕСКИМИ ОСОБЕННОСТЯМИ И ПРОДУКТИВНОСТЬЮ
ОВЕЦ ПОРОДЫ РОССИЙСКИЙ МЯСНОЙ МЕРИНОС**

4.2.5. Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель:
доктор биологических наук, профессор
Чернобай Евгений Николаевич

Ставрополь - 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

	СТР
ВВЕДЕНИЕ	4
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ	13
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	13
1.1. Современное состояние и перспективы развития овцеводства в Российской Федерации и зарубежных странах	13
1.2. Применение маркерной селекции в овцеводстве	18
1.3. Полиморфизм гена <i>GH</i> и его связь с продуктивными показателями овец разных пород	25
1.4. Полиморфизм гена <i>GDF9</i> и его связь с воспроизводительными качествами овец разных пород	32
2. СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	40
2.1. Материал и методики исследований	40
2.1.1. Место проведения эксперимента и схема опыта	40
2.1.2. Материал и методики изучения отдельных признаков исследований	43
2.2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	52
2.2.1. Полиморфизм генов <i>GH</i> и <i>GDF9</i> баранов-производителей.....	53
2.2.2. Оценка овцематок по продуктивным и биологическим показателям	54
2.2.2.1. Полиморфизм генов <i>GH</i> и <i>GDF9</i> овцематок	54
2.2.2.2. Воспроизводительная способность овцематок различных генотипов: <i>GDF9^{AA}</i> , <i>GDF9^{AG}</i> , <i>GDF9^{GG}</i>	56
2.2.3. Полиморфизм гена <i>GH</i> баранчиков	58

2.2.4.	Оценка баранчиков различных генотипов GH^{AA} , GH^{AB} , GH^{BB} по продуктивным и биологическим показателям	60
2.2.4.1.	Динамика живой массы баранчиков разных генотипов гена GH	60
2.2.4.2.	Экстерьерные особенности баранчиков разных генотипов гена GH	65
2.2.4.3.	Гематологические показатели баранчиков	70
2.2.4.4.	Биохимические показатели крови и уровень естественной резистентности баранчиков	74
2.2.4.5.	Взаимосвязь полиморфизма гена GH с показателями мясной продуктивности	80
2.2.4.5.1.	Убойные и мясные качества	80
2.2.4.5.2.	Гистологический анализ длиннейшей мышцы спины	82
2.2.4.5.3.	Морфологический и сортовой состав туш баранчиков разных генотипов	85
2.2.4.5.4.	Химический и аминокислотный анализ мышечной ткани	89
2.2.5.	Экономическая оценка результатов выращивания баранчиков разных генотипов	94
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	96
	СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	101
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	102
	ПРИЛОЖЕНИЯ	137

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Улучшение продуктивных и племенных качеств сельскохозяйственных животных является важной приоритетной задачей, которая включает в себя обеспечение продовольственной безопасности Российской Федерации. На сегодняшний день современные тенденции в генетике дают возможность разрабатывать селекционные программы, направленные на улучшение существующих и выведение новых пород, а также внутривидовых типов и линий животных в сельском хозяйстве. В настоящее время с помощью генотипирования животных с применением ПЦР-анализа, можно выявлять животных с высоким потенциалом продуктивности, которые будут отвечать требованиям желательного типа (В. И. Трухачев, М. И. Селионова, А. Ю. Криворучко и др., 2018; C. Valencia, L. Franco, D. Herrera, 2022; S. Silva, L. Sacarrão-Birrento, M. Almeida, et al., 2022).

Изучение генетических маркеров в отрасли овцеводства остается значимым и востребованным, так как на ранних стадиях онтогенеза, а именно в ранний постнатальный период можно провести молекулярно-генетическую оценку, которая определит его функциональную зрелость и недостаточность развития механизмов адаптации в последующие возрастные периоды. Значительное расширение имеющихся знаний о маркерных-генах в овцеводстве создаст основу для проведения комплексной оценки продуктивных качеств у сельскохозяйственных животных (N. Moghaddar, D. Brown, A. Swan, et al., 2022; И. В. Мусаева, Р. М. Алиева, 2022; А. Ю. Насирова, Н. В. Широкова, 2023).

Перспективными маркерными-генами из большого множества являются ген гормона роста (*GH*) и дифференциальный фактор роста (*GDF9*), которые обладают высоким потенциалом в получении экономически ценных признаков у сельскохозяйственных животных (M. Sadighi, K. Bodensteiner, A. Beattie, 2002; В. П. Лушников, Т. О. Фетисова, А. А. Стрильчук, 2020; А. И. Суров, С. Н. Шумаенко, А. А. Омаров и др., 2023).

Порода овец российский мясной меринос является достаточно новой породой и наиболее перспективной в Ставропольском крае, она сочетает в себе превосходные мясные и шерстные качества. Поэтому, изучение продуктивных и биологических особенностей овец породы российский мясной меринос в зависимости от полиморфизма генов *GH* и *GDF9* является актуальным.

Степень разработанности темы исследований. Большое внимание уделяется широкому применению маркер-ассоциированного подхода в селекции животных, который основан на использовании ДНК-диагностики.

Изучением полиморфизма генов *GH* и *GDF9* у овец и их связь с продуктивностью и хозяйственно-биологическими особенностями занимались как отечественные, так и зарубежные ученые (В. А. Погодаев, Л. В. Кононова, Б. К. Адучиев и др., 2019; F. Hossain, S. A. Suma, M. S. A. Bhuiyan, 2020; В. П. Лушников, Т. О. Фетисова, М. И. Селионова и др., 2020; С. Р. L. Valencia, L. A. A. Franco, D. H. Herrera, 2022; А. И. Суров, З. К. Гаджиев, Е. С. Суржикова и др., 2022; М. Bayraktar, O. Shoshin, 2022; Л. Н. Скорых, А. В. Суховеева, А. В. Скокова и др., 2023).

Полученные и внедренные в производство результаты способствовали увеличению продуктивности овец. Установлено, что полиморфизм гена гормона роста (*GH*), достоверно связан с регуляцией биохимических и физиологических процессов в организме овец, а также стимулирует рост скелета, координирует и регулирует скорость протекания обменных процессов (P. S. Ostapchuk, S. A. Yemelianov, L. N. Skorykh et al., 2018; J. D. Platten, J. N. Cobb, R. E. Zantua, 2019; J. Bai, J. Li, Yu. Chen et al., 2021; M. I. Selionova, N. A. Podkorytov, 2021; А. А. Оздемиров, Р. А. Акаева, Е. М. Алиева и др., 2022; В. А. Погодаев, Е. С. Суржикова, Д. Д. Евлагина и др., 2023; М. И. Селионова, А. М. М. Айбазов, 2023; А. Т. Бисембаев, Ю. А. Юлдашбаев, Д. Б. Смагулов и др., 2023), а концентрация гена дифференциального фактора роста (*GDF9*) у овец связана с воспроизводительными качествами и энергией роста (М. И. Селионова, Л. Н. Чижова, Е. С. Суржикова и др., 2020; А. М. Абдулмуслимов,

А. А. Хожоков, И. С. Бейшова и др., 2020; F. Wang, M. Chu, L. Pan et al., 2021; А. А. Оздемиров, А. И. Суров, Е. С. Суржикова и др., 2022; L. E. Holm, С. Bendixen, E. Eythorsdottir et al., 2022; M. Amandykova, Z. Orazymbetova, T. Karassuly et al., 2023; В. А. Погодаев, Е. С. Суржикова, Д. Д. Евлагина и др., 2023).

Внедрение в отрасль овцеводства молекулярно-генетических методов, позволит эффективно проводить поиск желательных аллелей и генотипов генов *GH* и *GDF9* и их связи с хозяйственно-полезными признаками, которые будут являться ценным материалом для селекционно-племенной работы. В связи с этим, влияние полиморфизма данных генов на продуктивные качества овец породы российский мясной меринос требует более углубленного изучения.

Объект исследования. В качестве объекта исследования были выбраны овцы породы российский мясной меринос следующих половозрастных групп: бараны-производители, овцематки и полученное потомство (баранчики).

Предмет исследования. Хозяйственно-полезные признаки животных в зависимости от полиморфизма генов *GH*, *GDF9*.

Цель и задачи исследований. Изучение влияния полиморфизма генов *GH*, *GDF9* на биологические и продуктивные особенности овец породы российский мясной меринос.

В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

1. Выявить частоту аллельных вариантов и генотипов полиморфизма гена *GH* и *GDF9* у баранов-производителей и овцематок;
2. Изучить воспроизводительную способность овцематок различных генотипов *GDF9^{AA}*, *GDF9^{AG}*, *GDF9^{GG}*;
3. Выявить частоту аллельных вариантов и генотипов полиморфизма гена *GH* у баранчиков;
4. Изучить рост и развитие баранчиков различных генотипов *GH^{AA}*, *GH^{AB}*, *GH^{BB}*;
5. Определить естественную резистентность и биохимический состав

крови баранчиков различных генотипов GH^{AA} , GH^{AB} , GH^{BB} ;

6. Установить связь полиморфизма гена GH с показателями мясной продуктивности баранчиков.

7. Дать экономическое обоснование реализации баранчиков на мясо различных генотипов GH^{AA} , GH^{AB} , GH^{BB} .

Научная новизна. Впервые научно обоснованы и разработаны приемы совершенствования продуктивных качеств овец породы российский мясной меринос с использованием молекулярно-генетических методов исследований. Доказано влияние полиморфизма гена $GDF9$ на воспроизводительные способности овцематок, гена GH на рост и развитие молодняка, гематологические и биохимические показатели крови, убойные и мясные качества овец породы российский мясной меринос.

На основании определения генетической структуры овец породы российский мясной меринос по генам GH и $GDF9$ были разработаны программы (свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2023667997 от 22.08.2023 г.); (свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2023665126 от 12.07.2023 г.).

Теоретическая и практическая значимость работы. Выводы и предложения работы расширяют и углубляют теоретическую значимость исследований полиморфизма генов GH и $GDF9$ у овец породы российский мясной меринос, которые оказывают влияние на хозяйственно-полезные признаки.

Практическое значение работы заключается в выявлении животных с желательными гетерозиготными генотипами GH^{AB} , $GDF9^{AG}$, отличающихся высокой живой массой, качественными показателями мясной продуктивности и воспроизводительной способностью овцематок. Установление желательных аллелей генов GH , $GDF9$ у овец породы российский мясной меринос позволит проводить целенаправленный подбор родительских пар и прогнозировать продуктивные качества животных в раннем возрасте.

Результаты исследований о полиморфизме генов GH , $GDF9$ и их связь с

биологическими особенностями и продуктивностью могут быть использованы в научных целях, при составлении учебных пособий, проведении практических занятий по генетике и селекции в высших учебных заведениях, путём увеличения теоретической базы в отрасли овцеводства.

Материалы диссертации используются в работе научно-исследовательских учреждений и высших учебных заведений для специалистов в области зоотехнии и ветеринарии. Разработаны электронные учебные ресурсы: «Цифровой модуль для выявления генов с помощью ДНК-маркеров продуктивных и биологических особенностей сельскохозяйственных животных» (свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2022612748 от 28.02.2022 г.); «Оценка мясной продуктивности и качества мяса на основе биохимических показателей крови в раннем неонатальном периоде у сельскохозяйственных животных» (свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2022612749 от 28.02.2022 г.); «Система селекционно-генетической оценки значимых стад импортных пород сельскохозяйственных животных с учетом адаптации и акклиматизации» (свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2022612849 от 01.03.2022 г.).

Методология и методы исследования. Методологической основой проведения диссертационного исследования явился анализ работ российских и зарубежных авторов в области генетики, селекции и разведения овец, сопоставление и обобщение экспериментальных данных.

Применены общепринятые зоотехнические, биохимические, гематологические, молекулярно-генетические и гистологические методы с использованием современного сертифицированного оборудования в аккредитованных лабораториях ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» и ВНИИОК-филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ». Для обработки экспериментальных данных применялись статистические и математические методы анализа, которые обеспечивали достоверность полученных результатов.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Гены *GH* и *GDF9*, отвечающие за хозяйственно-полезные признаки у баранов-производителей, овцематок полиморфны;
2. Воспроизводительная способность овцематок зависит от полиморфизма гена *GDF9*;
3. Ген *GH* отвечающий за хозяйственно-полезные признаки у баранчиков полиморфен;
4. Разные генотипы по гену *GH* оказывают влияние на рост и развитие, убойные качества баранчиков породы российский мясной меринос;
5. Показатели естественной резистентности и биохимические параметры крови связаны с генотипами по гену *GH*;
6. Экономически обоснована эффективность разведения овец породы российский мясной меринос в зависимости от полиморфизма гена *GH*.

Степень достоверности и апробация результатов исследований.

Достоверность полученных научных данных, основные положения, методы и методология исследований, выводы и практические рекомендации доложены и обсуждены на заседаниях учебно-методических комиссий биотехнологического факультета ФГБОУ ВО Ставропольского ГАУ (2022-2023 гг.), на межкафедральных заседаниях профессорско-преподавательского состава СтГАУ (2022-2023 гг.). Объективность материалов диссертационной работы подтверждены использованием поверенного, сертифицированного и лицензированного оборудования в научно-исследовательских лабораториях.

Результаты работы представлены в следующих научных конференциях: Международная научно-практическая конференция для студентов, аспирантов и молодых ученых «Перспективные разработки молодых ученых в области ветеринарии, производства и переработки сельскохозяйственной продукции» (02 декабря 2022 г., г. Ставрополь); Национальная научно-практическая конференция, посвященная 85-летию доктора сельскохозяйственных наук, профессора Р. В. Тамаровой «Актуальные проблемы и перспективы развития продуктивного и непродуктивного

животноводства» (06 октября 2022 г., г. Ярославль); Международная научно-практическая конференция посвященная 90-летию биотехнологического факультета и кафедр генетики и разведения сельскохозяйственных животных, технологии производства продукции и механизации животноводства, кормления сельскохозяйственных животных «Современные достижения и актуальные проблемы животноводства» (12-13 октября 2023 г., Беларусь, г. Витебск); VIII Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам» (20 апреля 2023 г., г. Вологда); Международная научно-практическая конференция «Современные способы повышения продуктивных качеств сельскохозяйственных животных» (22-23 мая 2023 г., г. Саратов); 88-я научно-практическая конференция «Аграрная наука – Северо-Кавказскому федеральному округу» (01 июня 2023 г., г. Ставрополь).

Основные положения диссертационной работы реализованы в заявочной кампании по Гранту ректора ФГБОУ ВО Ставропольского государственного аграрного университета в области науки и инноваций молодых ученых (приказ № 33 от 24 января 2023 года, г. Ставрополь).

Апробация работы проведена на Всероссийском конкурсе на лучшую научно-исследовательскую работу в области агротехнологий «Созвездие АгроТеха» среди молодых учёных, кандидатов и докторов наук, преподавателей, аспирантов, студентов ВУЗов Российской Федерации в направлении «Генетика и селекция», реализуемого Фондом «Сколково» по заказу Россельхозбанка в 2023 году: победитель 1 место (20.12.2023 года, г. Москва).

Научные результаты исследований апробированы в условиях ВНИИОК - филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», Научно-диагностического и лечебного ветеринарного центра Ставропольского ГАУ (НДиЛВЦ СтГАУ), а также внедрены в производственную деятельность СПК колхоза-племзавода имени Ленина Арзгирского района Ставропольского края и подтверждены

актом внедрения о завершенных научно-исследовательских разработках в производственную деятельность.

Связь темы с планом научных исследований. Диссертационная работа выполнена в ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», которая входит в тематический план научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ на 2021-2025 гг. по теме: 1.2.1. «Совершенствование селекционно-генетических методов в овцеводстве с целью производства органической продукции в рамках FoodNet» (Протокол № 1 заседания Ученого совета ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ от 29 января 2021 года). В рамках приоритета 2030 исследования вошли в отчет о научно-исследовательской работе «Совершенствование селекционно-генетических методов оценки продуктивных качеств скота и овец в племенном животноводстве» КНИГА 1 (промежуточный), НТС Ставропольский ГАУ, протокол № 5 от 14 декабря 2022 г.

Личный вклад соискателя. Автором проанализировано современное состояние проблемы, обозначены цель и задачи исследования, определены схема и методы исследования, выполнен генетико-статистический анализ экспериментальных данных. Диссертационная работа является результатом трехлетних исследований автора, опубликованных в открытой печати и выполненных в соавторстве, где значительная часть работы принадлежит О.Н. Онищенко. Доля участия соискателя при выполнении работы составляет 90 %. Представленная диссертация является завершенной научно-квалификационной работой и свидетельствует о личном вкладе автора в зоотехническую науку овцеводческой отрасли. Постановка цели и задач, определение методов и прогнозирование исследований осуществлялись совместно с научным руководителем доктором биологических наук, профессором Е. Н. Чернобаем.

Публикация результатов исследований. Основные результаты диссертационного исследования опубликованы в 18 работах, из них 6 статей в российских журналах, включенных в перечень рецензируемых научных

изданий, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации («Зоотехния», «Вестник МарГУ», «Овцы, козы, шерстяное дело», «Главный зоотехник», «Вестник КрасГАУ», «Известия Оренбургского государственного аграрного университета») и 1 статья, индексируемая в международной базе научного цитирования Scopus (IOP conference series: earth and environmental science). Получено 5 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа изложена на 150 страницах компьютерного текста, содержит 30 таблиц, 6 рисунков, включает введение, обзор литературы, материалы и методику исследований, результаты исследований, заключение, включающее практические предложения, перспективы дальнейшей разработки темы, список использованной литературы, насчитывающий 263 источника, в том числе 91 на иностранном языке.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Современное состояние и перспективы развития овцеводства в Российской Федерации и зарубежных странах

В современном мире овцеводство стало неотъемлемой частью животноводства во многих странах. За последнее столетие отрасль пережила несколько волн спада и подъема. Но с приходом XXI века важность отрасли в сельском хозяйстве стала неоспоримой. Потребители больше обращают внимание на необходимость приобретения натуральной шерсти и мяса баранины, за уникальные характеристики (М. М. Войтюк, О. П. Мачнева, 2020; M. Nosrati, H. Asadollahpour Nanaei, A. Javanmard et al., 2021; Т. Е. Маринченко, Т. Н. Кузьмина, 2023).

Тенденция сокращения отрасли овцеводства идет с девяностых годов, однако, сейчас, отрасль находится на этапе, где использование современных технологий может помочь проникнуть на новые рынки и устранить неэффективность традиционных методов производства. Важными трансформациями являются рост цены на баранину по отношению к шерсти и тенденция к сокращению масштабных операций в пользу увеличения небольших стад. Непрерывное развитие и применение технологий генетического улучшения является ключевым элементом развития овцеводства в Российской Федерации и в странах зарубежья (А. V. Igoshin, Т. Е. Deniskova, А. А. Yurchenko et al., 2021; A. Olschewsky, D. Hinrichs, 2021; И. Г. Казарова, Н. В. Широкова, 2023).

А. И. Ерохин (2014) отмечает, что естественный и искусственный отбор в ходе процесса одомашнивания сформировал большое количество пород с изменениями в структуре фенотипа и генотипа, изменения скелета, зубных рядов, размера тела, формы черепа и рогов и поведения.

Породообразовательный процесс в мировом овцеводстве и выведение новых пород овец, длится на протяжении многих лет. Многообразие пород

находится в постоянном движении и преобразовании как в количественном, так и качественном отношении (Н. А. Балакирев, Ф. Р. Фейзуллаев, В. Д. Гончаров и др., 2019; P. Kalds, S. Zhou, Y. Gao et al., 2022; В. В. Абонеев, Ю. А. Колосов, А. Я. Куликова, 2023).

В. А. Погодаев, Е. С. Суржикова, Д. Д. Евлагина и др. (2023) подчеркивают, что в последние годы, наблюдается тенденция к увеличению новых пород, благодаря углубленной селекционно-племенной работы.

Породная структура поголовья тонкорунных овец различных стран-лидеров имеет определенные отличия. Становление развития тонкорунного овцеводства в мире и интенсивное его развитие, свидетельствует о целенаправленной селекционно-племенной работе (S. Esmaeili-Fard, M. Gholizadeh, S. Hafezian et al., 2021; А. Б. Оришев, И. Н. Сычева, Е. В. Пахомова и др., 2023; Ю. А. Колосов, В. В. Абонеев, 2023).

Распространенными тонкорунными породами овец в Китае считаются Ордоса и Аохань, которые сочетают в себе мясную и шерстную продуктивность. Породы, выведенные селекционерами, вносят значительный вклад в производство баранины в Китае, а также Монголии (С. Wei, Н. Wang, G. Liuet et al., 2015; A. S. Bezerra, C. C. F. Souza, M. Santos et al., 2022).

В Австралии преобладает тонкорунная порода овец австралийский меринос, животные обладают хорошо выраженным мясным телосложением, и высоким настригом шерсти (Yu. A. Kolosov, N. G. Chamurliev, A. S. Degtyar et al., 2019; N. Moghaddar, M. Khansefid, J. van der Werf et al., 2019).

На сегодняшний день в сельскохозяйственных организациях Российской Федерации разводят 49 различных пород овец. Из этого числа 15 пород – тонкорунные в количестве 1 млн 614,0 тыс. гол, 54,1 % от общего поголовья овец в этой категории хозяйств. Имеется 15 полутонкорунных пород, которые насчитывают 138 600 голов 4,6 %. Полугрубошерстных – 2, в количестве 36,4 тыс. гол. (1,2 %) и 17 грубошерстных пород, 985 100 голов (33 %).

За последние годы поголовье овец в Российской Федерации сократилось примерно на 3,6 млн голов. Высокие показатели численности поголовья овец

были достигнуты в 2016 году, 22,66 млн голов. Общая численность овец по состоянию на 2022 г. составило около 19081,2 млн голов.

Совершенствование продуктивных качеств тонкорунных пород в России востребовано на мировом рынке племенных генетических ресурсов. В связи с этим, внимание селекционеров направлено на совершенствование количественных и качественных характеристик мясной продуктивности, имеющегося генофонда овец (М. Nosrati, Н. Asadollahpour Nanaei, А. Javanmard et al., 2021; Т. Е. Маринченко, Т. Н. Кузьмина, 2023; Л. Н. Владимиров, Г. Н. Мачахтыров, В. А. Мачахтырова и др., 2023).

Распространёнными породами среди тонкорунных овец являются алтайская, волгоградская, грозненская, дагестанская горная, забайкальская, кавказская, кулундинская, манычский меринос, российский мясной меринос, прекос, сальская, советский меринос и ставропольская порода.

Численность овец по Федеральным округам представлена в таблице 1.

В племенных организациях, крестьянских (фермерских) хозяйствах, а также личных подсобных хозяйствах по Федеральным округам Российской Федерации в 2022 году, лидерами по численности овец были Северо-Кавказский федеральный округ (7913,2 тыс. гол.), Южный федеральный (5018,1 тыс. гол.), Сибирский федеральный округ (2143,9 тыс. гол.) и Приволжский федеральный (2070,8 тыс. гол.).

Таблица 1 – Численность овец по Федеральным округам в Российской Федерации, тыс. голов

Округ	Хозяйства всех категорий				Прирост, % 2022 / 2000
	2000	2010	2020	2022	
Центральный федеральный	613,4	771,4	774,4	759,3	+23,7
Северо-Западный федеральный	246,8	144,6	141,6	134,1	-45,6
Южный федеральный	2116,8	5398,4	5428,7	5018,1	+137,0
Северо-Кавказский федеральный	4088,6	7783,8	7883,8	7913,2	+93,5
Приволжский федеральный	2542,2	2183,6	2173,6	2070,8	-18,5
Уральский федеральный	452,9	479,3	379,8	358,6	-20,8
Сибирский федеральный	1818,0	2237	2319,1	2143,9	+18,0
Дальневосточный федеральный	682,1	683,3	692,8	683,2	+0,16
Всего в Российской Федерации	12560,8	19681,4	19793,8	19081,2	+52,0

Тенденция сокращения овец по отношению к 2000 году, была отмечена у Северо-Западного федерального (– 45,7 %), Приволжского федерального (– 18,5 %), Уральского федерального округа (– 20,8 %), связано это с ухудшением состояния племенного овцеводства, уменьшением численности племенных стад, а также снижением их продуктивности и племенной ценности.

Разведением овец занимаются как в Северном, так и Южном полушарии. Такое разнообразие географических, климатических и экономических особенностей определяют применяемые в разных странах и регионах системы ведения овцеводства (B. Santos, J. van der Werf, J. Gibson et al., 2017; C. A. Munoz, A. J. D. Campbell, P. H. Hemsworth et al., 2019).

По данным ФАОСТАТ 2021 г. численность овец в мире составляет около 1200 миллионов. В отдельных частях света за период с 2017-2021 г. произошли существенные изменения в региональной структуре валового производства мяса овец, а именно лидером остается Азия (5350,3 тыс. т.) увеличение составило 5,3 %. Вторым по производству бесспорно остается (Африка 1985,2 тыс. т) на 4,7 %. В Океании (111,1 тыс. т.) и Европе (1080,0 тыс. т.), где наблюдаем тенденцию к валовому сокращению соответственно на 3,6 и 3,8 %. Наблюдается темпы увеличения в Америке на 3,8 % (433,0 тыс. т.). Статистика наглядно показывает, что производство мяса в мире за 2021 г. утвердилось, и имеет тенденцию к увеличению объема (9959,6 тыс. т.) на 3,0 %, по сравнению с 2017 годом (таблица 2).

Таблица 2 – Валовое распределение доли производства мяса в разных частях света

Части света	2017		2018	2019	2020	2021		Прирост, % 2021/2017
	Тыс. тонн	%	Тыс. тонн	Тыс. тонн	Тыс. Тонн	Тыс. тонн	%	
Азия	5080,9	52,6	5112,3	5162,0	5259,1	5350,3	53,7	+5,3
Африка	1895,8	19,6	1921,6	1951,8	1976,8	1985,2	20,0	+4,7
Океания	1153,4	12,0	1161,6	1146,8	1129,7	1111,1	11,2	-3,6
Европа	1117,5	11,5	1109,1	1104,7	1091,2	1080,0	10,8	-3,3
Америка	416,9	4,3	422,7	427,8	431,4	433,0	4,3	+3,8
Мир	9664,5	100	9727,3	9793,1	9888,2	9959,6	100	+3,0

Отдельно следует отметить лидеров по производству баранины в 2021 году в мире. По данным ФАОСТАТ, странами-лидерами по производству мяса являются Китай (2621,8 тыс. т.), Австралия (656,7 тыс. т.), Новая Зеландия (454,1 тыс. т.) и Турция (386,0 тыс. т.), и Алжир (342,2 тыс. т.). Значительно меньше получают баранины в странах: Судан (267,8 тыс. т.), Пакистан (247,0 тыс. т.) и Российская Федерация (238,1 тыс. т.).

В. И. Комлацкий, И. Ф. Горлов, В. А. Бараников и др. (2019) сообщают, что мировой рынок баранины большой, но необходимо занять определенную позицию для наращивания промышленного производства. В связи с этим, необходимо проводить комплексную индустриализацию отрасли овцеводства в России.

И. В. Церенов, Ю. А. Юлдашбаев, А. М. Абдулмуслимов и др. (2022) отмечают, что отрасль овцеводства в России в последние годы заметно увеличило объем производства, что обусловлено рядом ключевых социально-демографических факторов. Один из наиболее значимых из них - большой прирост миграции населения в крупные города, такие как Москва, Санкт-Петербург и Екатеринбург. Приезжие из стран Средней Азии, СНГ и регионов Юга России и Кавказа, в большинстве своем исповедующие мусульманскую веру, являются основными потребителями продукции овцеводства.

В существующих экономических условиях, основным требованием для производства молодой баранины, необходимо наличие специализированных пород мясного направления продуктивности. Породы овец мясошерстного и мясного направлений продуктивности отвечают таким требованиям: интенсивный рост и развитие, скороспелость, высокая конверсия корма, а также возможность использовать животных в раннем онтогенезе для достижения целей производства (М. М. Айбазов, 2006; А. Zlobin, N. Volkova, P. Vorodin et al., 2019; С. И. Гайдашов, А. А. Омаров, 2019; В. П. Лушников, А. А. Стрильчук, Т. О. Фетисова, 2023; В. А. Погодаев, Е. С. Суржикова, Д. Д. Евлагина и др., 2023).

Таким образом, развитие отрасли овцеводства непосредственно влияет на спрос продукции мясо баранины и шерсти, а также ее ценовую политику. Однако, в настоящее время цена реализации не отражает фактические затраты, связанные с производством. Поэтому ученым и племенными организациями необходимо выбирать оптимальные системы разведения овец, с целью повышения их продуктивности и снижения затрат на производство каждой единицы продукции. Это становится первостепенной задачей для дальнейшего развития отрасли.

1.2. Применение маркерной селекции в овцеводстве

Отрасль овцеводства нуждается в применении современных методов селекции, поскольку качество и количество продукции напрямую зависят от эффективности племенной работы и использования интегрированных подходов к отбору животных (M. Dettori, M. Pazzola, P. Paschino et al., 2018).

Н. С. Марзанов, Ю. В. Саморуков, Г. В. Ескин и др. (2006) считают, что первостепенными задачами интенсификации отрасли овцеводства требуют внедрения улучшенных и инновационных способов племенной работы с животными. Решить данную задачу селекционерам помогают генетические возможности наследственности и комбинативный эффект уже имеющихся генотипов сельскохозяйственных животных.

Авторы А. И. Суров, С. Н. Шумаенко, А. А. Омаров и др. (2023), считают что генетическое совершенствование пород сельскохозяйственных животных должно производиться не только селекцией по фенотипу, но и включать в себя углубленную оценку генотипа, которая при скрещивании будет направлена на поиск результативных сочетаний пар и пород. Большая ответственность, ложится на селекционеров, которые должны работать над выведением новых особей, с желательными генотипами.

Методам молекулярной генетики среди комплекса мероприятий, которые направлены на повышение эффективности животноводческой отрасли, отводится важная роль. Немаловажным аспектом является и то, что

маркерная селекция (MAS) дополняет методы традиционного отбора животных (В. А. Бигиров, Ш. Н. Насибов, П. М. Кленовицкий и др., 2010; Ю. А. Колосов, Н. В. Широкова, Л. В. Гетманцева и др., 2015; Я. А. Кабицкая, 2016; В. И. Щербатов, И. Н. Тузов, А. Г. Дикарев, 2016; М. А. Пирожкова, О. Л. Янкина, Н. А. Ким и др., 2022).

Д. Д. Евлагина (2022), отмечает что отбор с помощью маркеров (Marker Assisted Selection, MAS) – процесс непрямого отбора, при котором интересующий признак выбирается не на основе самого признака, а на основе связанного с ним маркера.

Селекционные программы, в которых использовался MAS, включают построение генотипа, целью которого является создание линий, сочетающих благоприятные гены из разных линий, и программы периодического отбора, целью которых является улучшение генетических характеристик селекционной популяции по количественному признаку.

А. В. Дейкин, М. И. Селионова, А. Ю. Криворучко и др. (2016), считают, что одним из преимуществ применения MAS является влияние генов на продуктивность сельскохозяйственных животных, которая измеряется на генетическом уровне в зависимости от фенотипа конкретного животного.

Развитие молекулярной генетики идет опережающими темпами: от определения отдельных генов, контролирующих единичные физиологические процессы, до локусов количественных признаков (quantitative loci, QTL) и мононуклеотидных замен (Single Nucleotide polymorphism, SNP), маркирующих комплекс продуктивных качеств животного (Я. А. Кабицкой, 2016; А. А. Сермягин, Е. А. Гладырь, С. Н. Харитонов и др., 2016; И. В. Мусаева, Р. М. Алиева, 2020; Е. Н. Чернобай, Т. И. Антоненко, Н. А. Агарковой, 2020; Б. Б. Траисов, А. М. Давлетова, Г. К. Есеева, 2023).

К. Д. Карпова (2021) утверждают, что в ДНК содержится около 3 триллионов пар нуклеотидов. Детальное изучение этой огромной структуры позволило выявить, что в хромосомах имеются отдельные участки ДНК, которые не влияют на количественные признаки, но связаны с генами,

детерминирующими эти признаки – SNP – маркеры, стабильно передающиеся по наследству в связке с определенными генами или группой генов.

М. А. Пирожкова, О. Л. Янкина, Н. А. Ким и др., (2022), сообщают что за аллельную изменчивость в изучаемом локусе, связанные с геном или количественным признаком (QTL), отвечают генетические маркеры, которые помогают в картировании генов. В соответствии от функциональной мутации были дифференцированы три типа генетических маркеров, а именно прямые маркеры, LD и LE.

Совершенствование количественных локусов (QTL), будет зависеть от идентификации генов-кандидатов, а также исследования генетического полиморфизма, которые, отвечают за вариабельность хозяйственно-полезных признаков (M. I. Fariello, B. Servin, G. Tosser-Klopp et al., 2014; Т. Е. Денискова, А. В. Доцев, С. Н. Петров, 2020; E. Sánchez-Molano, V. V. Kapsona, S. Oikonomou et al., 2020).

Молекулярно-генетические исследования позволяют селекционерам и учёным, проводить более детальное изучение жизни животного и его биологические особенности. Наличие генетических полиморфизмов является результатом действия эволюционных факторов, которые способствуют генетическому разнообразию популяции. Выявление генов-маркеров у сельскохозяйственных животных, способствуют развитию повышения биологических признаков, имеет прямое прогностическое значение (Ю. А. Колосов, Н. В. Широкова, 2012; M. Ghasemi, P. Zamani, M. Vatankhah et al., 2019; А. Ю. Насирова, Н. В. Широкова, 2023).

Животные с высоким генетическим потенциалом должны участвовать в селекции, которая основывается на генетических маркерах продуктивности, по изменению структуры гена (Г. Е. Сулимова, А. А. Федюнин, Е. А. Климов и др., 2011; А. В. Дейкин, М. И. Селионова, А. Ю. Криворучко др., 2016; И. О. Фоминова, 2018; M. Lillehammer, A. K. Sonesson, G. Klemetsdal et al., 2020).

J. C. Dekkers, F. Hospital (2002) сообщают что, в последние годы были достигнуты большие успехи благодаря применению молекулярной генетики в

идентификации разных хромосомных областей и локусов, которые воздействуют на хозяйственно-полезные признаки, представляют интерес для различных отраслей сельского хозяйства.

Молекулярно-генетические исследования позволяют сравнивать генетическое разнообразие внутри пород и между породами, а также совершенствовать историю пород и популяций предков. Р. J. Voettcher, M. Tixier-Voichard, M.A. Toro et al., 2010; И. Ф. Горлов, Е. Ю. Анисимова, Н. И. Мосолова и др., 2021).

В современном мире ДНК-технологии способствуют не только изучению генетического разнообразия популяции животных, но и позволяют выделить гены и их связь с продуктивными качествами, которые передают комплекс желательных для селекции признаков. Особый интерес у исследователей вызывают такие гены, которые влияют на рост и развитие организма, а именно отвечают за мясную продуктивность животных (М. И. Селионова, М. М. Айбазов, 2014; M. Pothuraju, K. Mishra, N. Kumar et al., 2015; E. Paz, J. Quiñones, S. Bravo et al., 2015; И. В. Мусаева, Р. М. Алиева, 2022;).

Вариабельность генотипов животных в популяции способствует выявлению и накоплению желательных аллелей, а уровень информативности и степень влияния маркерных генов зависит от генетической структуры вида изучаемого животного (B. F. Santos, J. H. van der Werf, J. P. Gibson et al., 2017; H. Shi, T. Li, M. Su et al., 2023; А. М. Абдулмуслимов, 2023).

Известно, что многие отечественные и зарубежные авторы изучают вопрос влияния генов маркеров и выявление их желательных генотипов на продуктивность животных (Ю. А. Юлдашбаев, К. А. Куликова, М. И. Донгак и др., 2018; М. И. Селионова, А. Ю. Криворучко, 2019; G. Gebreselassie, H. Berihulay, L. Jiang et al., 2019; Н. М. Ларионов, 2023).

Так, например, авторы А. А. Бурабаев, Н. С. Марзанов, С. Н. Мамадалиев и др. (2009) рекомендуют в раннем возрасте выявить желательные признаки с помощью ДНК-маркеров, которые спрогнозируют будущую продуктивность животного.

По данным Е. А. Гладырь, М. И. Селионовой, Н. А. Зиновьевой и др. (2007) установлено, что существует возможность прогнозирования уровня продуктивности сельскохозяйственных животных с помощью генотипирования. В постнатальный период развития, у животных, признаки продуктивности располагаются в стадии формирования, а, соответственно, нет точной возможности спрогнозировать их продуктивный статус, поэтому можно улучшить условия кормления и содержания в отношении продуктивных животных. Поэтому, использование метода ПЦР-ПДРФ может помочь в решении вопросов разработки и применения системы ДНК-маркирования сельскохозяйственных животных, так как данный метод является практичным и точным.

В свою очередь А. В. Дейкин, М. И. Селионова, А. Ю. Криворучко и др. (2016) считают, что система полиморфных маркеров обеспечивает уникальную возможность в повышении точности расчетных значений селекции, что позволяет управлять генетической изменчивостью, сокращать интервалы между генерациями и ускорять генетический прогресс.

А. И. Суров, З. К. Гаджиев, Е. С. Суржикова и др. (2022) утверждают, что идентификация и характеристика генов-кандидатов и генетических вариантов, связанных с экономически важными фенотипическими признаками, имеет важное значение в животноводстве. Генетическая информация идентифицированных генов входит в программу по улучшению генетического потенциала животных, поэтому определенные гены непосредственно связаны с интересующими признаками, которые в дальнейшем при планировании разведения помогают увеличить продуктивность сельскохозяйственных животных и производственный статус. Таким образом, экономическая эффективность и рентабельность продукции овцеводства возрастает.

В исследованиях В. Т. J. Al-Sahuki, A. I. Rawiand, A.A. Abbas et al. (2017), говорится что развитие маркерной селекции применялась для повышения эффективности животноводства в таких странах, как Великобритания,

Франция, Австралия и Новая Зеландия. С активным развитием молекулярно-генетических маркеров у овец из данных стран стал возможен поиск областей генома, несущих полиморфизмы, связанные с вариацией локусов количественных признаков.

Развитие и использование технологий генотипирования сельскохозяйственных животных и методов идентификации генов были идентифицированы функциональные гены и генетические варианты, связанные с экономически важными фенотипическими признаками (L. F. Groeneveld, J. A. Lenstra, H. Eding et al., 2010; М. А. Пирожкова, О. Л. Янкина, Н. А. Ким и др., 2022).

При проведении маркерной селекции, необходимо обращать внимание на количественные признаки, которые ответственны за экономически важные показатели у продуктивных животных. Идентификация маркера или группы маркеров, связанных с количественными признаками, определяет связь сцепления между специфическими аллелями или гаплотипами в маркерном локусе (М. Е. Goddard, В. J. Hayes, 2007; М. Fariello, В. Servin, G. Tosser-Klopp et al., 2014; Е. Д. Карпова, 2021; Р. В. Зуев, А. Ю. Криворучко, М. Ю. Кухарук и др., 2023).

Широкое распространение имеют генетические маркеры, связанные с генами-кандидатами, белковый продукт, выполняющего главную роль в регуляции биохимических и физиологических процессов (А. В. Дейкин, М. И. Селионова, А. Ю. Криворучко и др., 2016; Z. Zhao, L. Zhang, 2019).

Л. Н. Скорых, И. О. Фомина, Е. С. Суржикова и др. (2020) считают, что в настоящее время при целенаправленной селекции и отборе сельскохозяйственных животных особое внимание уделяется показателям мясной продуктивности. Развитие генофонда и повышение продуктивности отечественных пород овец, создаст возможность получать баранину высокого качества.

Многие авторы рассматривают перспективные гены – потенциальные маркеры продуктивности в овцеводстве, такие как ген гормона роста,

каллипиг, кальпаин и кальпаастатин, которые являются перспективными генетическими маркерами для селекции овец (А. В. Дейкин, М. И. Селионова, А. Ю. Криворучко и др., 2016; N. Moghaddar, M. Khansefid, J. van der Werf et al., 2019; Т. Ю. Саприкина, А. Ю. Криворучко, А. А. Каниболоцкая, 2023).

Также известно, что потенциал мясной продуктивности у племенных животных оценивается путём использования метода ДНК-маркеров, связанных с такими генами, как ген *GH* – гормон роста, *CAPNI* – кальпаин, *LEP* – лептина. Поскольку при целенаправленной селекционно-племенной работе возможен отбор молодняка для племенного ремонтного стада, обладающего аллелями генов, способствующих привесу и обеспечивающим высокие качественные показатели мяса (I. Hoffmann, 2010; Т. Deniskova, A. Dotsev, M. Selionova et al., 2018; L. Tao, X. He, L. Pan et al., 2020).

Геномная оценка позволит значительно улучшить отбор овцематок и баранов для воспроизводства, что многократно ускорит темпы улучшения разводимого поголовья, существенно снизит затраты на отбор и последующую оценку. По данным С. Wei, Н. Luo, В. Zhao (2020), одним из элементов такой технологии считается увеличение скорости улучшения продуктивных качеств овцематок, основанных на использовании ДНК-маркеров при генотипировании сельскохозяйственных животных.

А. Ч. Гаглоев, Т. Э. Щугорева, Ф. А. Мусаев и др. (2023), считают, что использование новых генетических инструментов в селекционно-племенной является перспективным в улучшении племенных качеств сельскохозяйственных животных.

На сегодняшний день важно дальнейшее исследование функциональной верификации с использованием ДНК-технологий, исследование полиморфизма потенциальных генов хозяйственно-полезных признаков овец (R. Mrode, G. M. Tarekegn, J. M. Mwacharo et al., 2018; S. Mohamed, R. Ahmed, K. Jawasreh et al., 2019; М. И. Селионова, Л. Н. Чижова, Е. С. Суржикова и др., 2019).

Таким образом, применение маркерной селекции в овцеводстве является развивающимся направлением исследования в генетике животных. Изучение данной тематики может стать основой для более детального анализа ДНК, чтобы более точно определять продуктивность овец на генетическом уровне. Именно определение генетических механизмов позволяет выявить общие закономерности при проведении связи генотипов с биологическими особенностями у овец.

1.3. Полиморфизм гена *GH* и его связь с продуктивными показателями овец разных пород

Применение генетических маркеров в современных условиях развития отрасли, позволяет раньше оценить потенциал животного и повысить точность и эффективность селекции. Поиск нуклеотидов количественных признаков, ассоциированных с уровнем мясной продуктивности у овец, является актуальной научной задачей с большим прикладным значением (К. G. Dodds, M. L. Tate, J. A. Sise, 2005; Н. С. Сафонова, Л. Н. Скорых, Н. И. Ефимова и др., 2019; Н. Б. Муханов, Ю. А. Юлдашбаев, Б. Б. Траисов и др., 2020).

Перспективным геном-кандидатом в овцеводстве, контролирующей синтез белка, имеющий молекулярную массу около 22000, состоящего из полипептидной цепи 191 аминокислотного остатка, является ген гормона роста (*GH*). Ген влияет на биологические процессы и оказывает воздействие на все клетки организма, а также активизирует анаболические процессы роста скелета и развитие организма (А. Н. Ульянов, А. Я. Куликова, 2013; А. Najihosseini, A. Semsarnejad, E. Abollow et al., 2013).

Ген гормона роста *GH*, это анаболический гормон, который контролирует обменные процессы в организме. Выявленные SNP, в гене *GH/HaeIII* аллель GH^A является мутантным (генотип GH^{AA}), GH^B – референсным (диким, эталонный пример генома данного вида, в нашем случае у овец) (генотип GH^{BB}). Локализован на 11 хромосоме и состоит из 5 экзонов и 4 интронов. В организме животного, увеличивает всасывание кальция в

кишечнике, тем самым ускоряя рост и синтез протеина ДНК и РНК, а также гликогена (S. Dominik, J. Henshall, J. O'grady et al., 2007; J. L. Jia, L. P. Zhang, J. P. Wu et al. 2014).

Ю. А. Колосов, Н. Ф. Бакоев, Т. С. Романец и др. (2017) сообщают, что ген (*GH*) обладает широким спектром воздействия на организм животного, регулируя биосинтез белка, ДНК, РНК и гликогена, а также участвуют в распаде высших жирных кислот и глюкозы в тканях.

Для эффективного использования маркерной селекции, необходимы проводить углубленные изучения генетической структуры популяций сельскохозяйственных животных (Ю. А. Колосов, П. С. Кобыляцкий, Н. В. Широкова и др., 2017; Z. M. Mahdi, Y. A. Hadi, A. A. Mnati et al., 2018; М. В. Абрамова, А. В. Ильина, М. С. Барышева и др., 2022).

В исследованиях К. А. Куликовой, Ю. А. Юлдашбаева, С. А. Хататаева и др. (2018), установлено, что ген гормона роста, принимает участие в биологических процессах организма животного. Суперэкспрессия гена *GH* приводит к ускоренному развитию и росту, что представляет основание рассматривать ген *GH* в качестве маркера мясной продуктивности.

Рост организма животного контролируется сложной системой, в которой соматотропная ось выполняет ключевую роль. Гормон роста, работает совместно с другими генами-кандидатами, которые оказывают влияние на формирования костей, живую массы при рождении, при отбивке, а также состояния развитие тела и роста мышц организма в течение жизни животного. У млекопитающих является основным регулятором роста и обмена веществ, выполняет важную роль в динамике живой массы и экстерьерных особенностей организма (J. L. Jia, L. P. Zhang, J. P. Wu et al., 2014; В. С. Шевцова, А. Я. Куликова, А. В. Усатов и др., 2023).

В работе А. А. Оздемирова, А. И. Сулова, Е. С. Суржиковой и др. (2022) были представлены результаты исследования полиморфизма гена *GH* у ярок дагестанской горной породы (n=34) и лакон (n=36), разводимых в разных эколого-географических зонах Республики Дагестан и Краснодарского края, с

использованием молекулярно-генетических методов. В исследуемой популяции животных дагестанской горной породы частота аллелей GH^A и GH^B по гену гормона роста, составили 0,97 и 0,03, у молочной породы лакон соответственно 0,61 и 0,39. Животные с генотипами GH^{AA} и GH^{AB} в дагестанской породе овец отмечались в 0,94 и 0,06 вариантах. Популяция овец породы лакон была представлена тремя генотипами: GH^{AA} – 0,45, GH^{AB} – 0,33, GH^{BB} – 0,22. У овец с гомозиготным GH^{AA} и GH^{BB} генотипом был отмечен высокий иммунорегуляторный индекс.

Соматотропный гормон может ускорять метаболизм и способствовать росту многих органов и тканей, особенно костей, мышц и внутренних органов. Одним из важных признаков в овцеводстве является живая масса, индексы телосложения и размеры тела животного. В связи с этим ген гормона роста, можно рассматривать как специфический гормональный регулятор энергетического обмена (A. Meira, H. Montenegro, L. Coutinho et al., 2019; S. Li, H. Zhou, F. Zhao et al., 2020).

Гормон роста (GH) выполняет одну из важных ролей еще до рождения животного, поскольку участвует в делении и росте клеток, формирует скелет, а также увеличивает костную, мышечную и висцеральную ткань (M. Negahdary, A. Hajhosseinlo, A. Marziyeh, 2013; Н. В. Широкова, М. И. Сложенкина, Е. Ю. Анисимова и др., 2021).

М. И., Селионова, Л. Н., Чижова, Е. С. Суржикова и др. (2020) изучали полиморфизм гена GH у овец горно-алтайской породы, разводимых в условиях Усть-Канского района Республики горный Алтай и установили, что с наибольшей частотой встречаемости среди исследуемых животных был генотип GH^{AA} , который составил 70,0 %. Гетерозиготный GH^{AB} генотип встречался значительно реже – 22,0 %, а гомозиготный GH^{BB} генотип встречался только в 8,0 % случаев. Была отмечена, характерно высокая (0,81) частота встречаемости аллеля – GH^A , и низкая (0,19) – аллеля GH^B . Таким образом, в популяции овец горно-алтайской породы выявлено 30,0 % овец, в генотипе которых присутствовал аллель B . Установлено, что наибольшая

величина живой массы, была отмечена у животных-носителей гетерозиготного GH^{AB} генотипа, сопровождающаяся более высокими среднесуточными приростами.

Л. Н. Скорых, Н. С. Сафонова, Н. И. Ефимова и др. (2022) при проведении молекулярно-генетических исследований полиморфизма гормона роста (GH) у овец породы советский меринос, выявили два аллеля с разной частотой встречаемости: $C - 0,70$ и $T - 0,30$. Оценка полиморфизма показала наличие трех вариантов генотипов $GH^{CC} - 0,533$; $GH^{CT} - 0,333$, и $GH^{TT} - 0,134$. Так, в мышечной ткани ярок GH^{CT} генотипа влаги содержалось меньше на 3,34-2,82 абс. %, но на 3,2 и 2,63 абс. % больше протеина, чем в мясе животных гомозиготных GH^{CC} и GH^{TT} носителей.

А. А. Оздемиров, Л. Н. Чижова, А. А. Хожоков и др. (2021) при определении полиморфизма, методом ПЦР-ПДРФ на дагестанской горной породе, констатируют, что частота аллеля GH^A составила – 100,0, а также полное отсутствие аллеля GH^B , что создало мономорфизм локуса гена гормона роста. В связи с этим, провести оценку адаптивно-приспособительных функций животных с аллелью GH^B не имелось возможным.

А. Я. Куликова (2023) отмечает, что частота аллеля GH^A гена гормона роста у южной мясной породы составила $(0,805 \pm 0,028)$, аллеля $GH^B - (0,195 \pm 0,028)$. В генетической структуре гена гормона роста преобладал гомозиготный $GH^{AA} - 67\%$ – генотип, гетерозиготный – GH^{AB} составлял 27 % и $GH^{BB} - 6\%$. По динамике среднесуточного прироста от рождения до 4-месячного возраста, преобладали овцы с гетерозиготным – GH^{AB} генотипом.

А. D. Malewa, L. Nakim (2023) проводили исследование на индонезийских курдючных овцах породы донгала и восточная ява. У овец восточной явы частота встречаемости гомозиготного GH^{AA} генотипа составила – 0,464, $GH^{BB} - 0,286$; гетерозиготный GH^{AB} встречался реже – 0,250. В то время как у овец донгала генотипы AA и AB имели одинаковую частоту генотипов 0,357, тогда как генотип BB составлял 0,286. Частоты аллелей A и B у овец донгала составили 0,536 и 0,464, тогда как у овец восточной явы – 0,589

и 0,411 соответственно. В результате проведенных исследований, у овец восточной явы было установлено, что животные гетерозиготного GH^{AB} генотипа имели более высокие темпы роста, чем гомозиготные GH^{BB} и GH^{AA} сверстники.

При изучении генетической структуры популяции овец волгоградской и эдильбаевской пород по гену GH , выявлена частота встречаемости трех генотипов AA , AB и BB . В популяции овец эдильбаевской породы, частота встречаемости аллеля A составляла 0,73, аллеля B – 0,27. Частота встречаемости гомозиготных генотипов составила GH^{AA} – 55,56; GH^{BB} – 10,19 %, гетерозиготный GH^{AB} генотип, имел низкую встречаемость соответственно 34,26 %. Анализ частоты встречаемости генотипов овец волгоградской породы показал наличие всех трех генотипов, в частности гомозиготный имел высокую встречаемость AA (55,45 %), гетерозиготный находился в средних значениях AB (30,91 %), а гомозиготный имел низкую частоту встречаемости BB (13,64 %). Частота желательного аллеля GH^B в популяции волгоградской породы составила 0,29, а аллель GH^A – 0,71 (И. Ф. Горлов, М. И. Сложенкина, Ю. А. Колосов и др., 2021).

Результаты ДНК-генотипирования гена гормона роста у овец романовской породы, показали три аллельных варианта встречаемости генотипов гена GH . Доля гомозиготных генотипов GH^{AA} и GH^{BB} составила 0,24 и 0,14, гетерозиготного GH^{AB} – 0,62. Частота встречаемости аллеля GH^A составила 55 %, GH^B – 45 %. Превосходство по показателям живой массы при рождении и отъеме была отмечена у животных с гетерозиготным GH^{AB} генотипом (М. В. Абрамова, А. В. Ильина, М. С. Барышева, 2022).

C. Moradian, N. Mohamadi, S. Sheshdeh et al. (2013) сообщают, что ген гормон роста, влияет на абсолютный, среднесуточный и относительный прирост. Стимулирует рост и развитие мускулатуры тела животного.

Н. С. Сафонова, Л. Н. Скорых, Н. И. Ефимова и др. (2019) проводили исследование с целью выявления полиморфизма гена GH на ярках породы советский меринос. Полиморфизм представлен двумя аллелями C и T , с

высокой (70 %) частотой встречаемости аллеля *C* и низкой – (30 %) аллеля *T* у овец породы советский меринос. Среди исследуемого поголовья были выявлены три генотипа с разной частотой встречаемости GH^{CC} – 53,3; GH^{CT} – 33,3; GH^{TT} – 13,4 %. Полученные результаты исследования авторов, свидетельствуют об установлении разнообразия аллельных вариантов гена соматотропина в популяции овец породы советский меринос.

Результаты исследования полиморфизма гена *GH* казахской курдючной породы были представлены тремя генотипами: *AA*, *AG* и *GG*. В ходе проведения генотипирования установлено, что ген *GH2* был полиморфным в исследуемой выборке овец, где аллель *G* – 0,72. Частота встречаемости генотипов *AA* и *GG* составили 51,4 %, а с генотипом *AG* – 40,7 %. Поэтому, авторы рекомендуют использовать маркер-ассоциированную селекцию, для совершенствования и повышения нагульных и мясных качеств овец в раннем онтогенезе (Н. Б. Муханов, Ю. А. Юлдашбаев, Б. Б. Траисов и др., 2020).

М. Н. Костылев, М. В. Абрамова, А. В. Ильина и др. (2020), при изучении живой массы молодняка романовской породы установили, что животные с генотипом GH^{AB} имели более высокую живую массу, по сравнению с генотипами GH^{BB} и GH^{AA} . Так, при рождении разница была не достоверной и составила соответственно на 0,2 кг и 0,1 кг ($P>0,95$), в возрасте 5 месяцев – 1,6 кг ($P>0,99$) и 0,6 кг ($P>0,95$), в возрасте 10 месяцев – 1,5 кг ($P>0,95$) и 0,2 кг ($P>0,95$) соответственно.

Л. Н. Скорых, А. В. Суховеева, А. В. Скокова и др., (2023), по изучению полиморфизма гена гормона роста *GH* у баранчиков породы маньчжурский меринос, было установлено, что ген *GH* был представлен двумя аллелями GH^A – 0,76 и GH^B – 0,24. В результате проведения ПЦР, было отмечено, что наибольшую частоту встречаемости по гену *GH* имели гомозиготные GH^{AA} генотипы (61,6 %), гетерозиготные особи GH^{AB} встречались реже (29,2 %), тогда как крайне редко оказалось особей с гомозиготным GH^{BB} вариантом (9,2 %).

А. Я. Куликова (2023), проводя анализ возрастной динамики живой массы в генофондом стаде южной мясной породы, установила, что при

рождении наиболее крупными были гомозиготные особи с генотипом GH^{AA} , превосходство по живому весу гетерозиготных GH^{AB} сверстников составило 6,3 %. Превосходство было отмечено по живой массе в 4 месяца гетерозиготных GH^{AB} генотипов, над гомозиготными GH^{AA} – на 5,7 %, в годовалом возрасте – на 2,3 %. Тенденция превосходства овец с гетерозиготным GH^{AB} генотипом над гомозиготным GH^{AA} сохранилась в возрасте от 6 до 8 месяцев – на 7,8 %, а в 12 месяцев наибольшая живая масса отмечалась у овец с гетерозиготным GH^{AB} генотипом и составила $65,2 \pm 1,4$ кг.

Полиморфизм гена соматотропина GH у овец мясо-шерстного направления продуктивности $\frac{1}{2}$ полл дорсет \times $\frac{1}{2}$ северокавказская мясо-шерстная ($\frac{1}{2}$ ПД \times $\frac{1}{2}$ СК), был представлен двумя аллелями GH^A и GH^B . В результате исследований, было установлено, что гетерозиготный GH^{AB} генотип, встречался чаще и составил 42,8 %, напротив частота встречаемости гомозиготных GH^{AA} и GH^{BB} генотипов была на уровне 29,7 и 27,5 % (Л. Н. Скорых, И. О. Фомина, Д. В. Коваленко и др., 2021).

В исследованиях S. A. El-Mansy, M. A. E. Naiel, I. A. Abu El-Naser et al. (2023), был проведен полиморфизм гена GH , методом ПЦР-ПДРФ-анализа у баранчиков породы египетский авасси, что выявило наличие двух аллелей A и B . Высокая концентрация встречаемости была отмечена у аллеля GH^B – 0,63, а аллель GH^A составила 0,37. Частота встречаемости гомозиготных генотипов GH^{AA} составила – 0,20, GH^{BB} – 0,47, а гетерозиготного GH^{AB} – 0,33.

Л. Н. Скорых, Н. С. Сафонова, Д. А. Ковалева и др. (2021) проводя исследования у овец породы советский меринос, наблюдают, что гетерозиготный GH^{CT} генотип имеет более высокий темп роста в сравнении с гомозиготными GH^{CC} и GH^{TT} генотипами. Так, масса при рождении у овец с гетерозиготным GH^{CT} генотипом была выше на 5,0 и 7,6 % ($p \leq 0,05$), чем у гомозиготных особей GH^{CC} и GH^{TT} . Гетерозиготные особи GH^{CT} по показателям массы при отъеме были больше по сравнению с гомозиготными сверстниками на 4,7 и 7,0 % соответственно.

Результаты исследований ученых показали, что ген *GH* является полиморфным геном. Особенности роста и развития овец связаны с изученным полиморфизмом гена *GH*. Таким образом, можно предположить, что обнаруженные генотипы *GH* могут быть эффективны при разработке программ селекционного разведения овец. Именно наличие аллели *B* в генотипе *GH* могло оказать положительное влияние на мясную продуктивность. Следовательно, при генотипировании овец по гену *GH*, предпочтение отдавать животным с генотипами *AB* и *BB*, а выбраковку проводить с генотипами *AA*, что в дальнейшем будет способствовать увеличению производства мясной продукции.

1.4. Полиморфизм гена *GDF9* и его связь с воспроизводительными качествами овец разных пород

В настоящее время учеными были выявлены и определены гены-кандидаты, связанные с такими важными характеристиками животных, как воспроизводительная способность, устойчивость к заболеваниям, живая масса, качество мяса и затраты корма. В отрасли овцеводства, стоит важная задача в увеличении количества ягнят. С увеличением количества полученных ягнят, увеличивается производство продукции и сокращаются расходы на корма (Ю. А. Колосов, В. В. Николаев, А. В. Вальков и др., 2001; S. Nanekarani, M. Goodarzi, S. Khederzadeh et al., 2016).

Генетического улучшения является важным элементом, сохранения популяций, эволюции и адаптации к изменяющимся ситуациям окружающей среды. Напротив, определение полиморфизма генов важно в разведении сельскохозяйственных животных для определения генотипов животных и их ассоциаций с продуктивными, репродуктивными и экономическими признаками (J. P. Hanrahan, S. M. Gregan, P. Mulsant et al., 2004; В. В. Абонеев, В. В. Марченко, Д. В. Абонеев и др., 2018).

Дифференциальный фактор роста (*GDF9*) является специфическим геном, который выполняет ключевую роль в развитии гранулезных клеток и

влияет на воспроизводительную способность у овец (F. L. J. Al-Khuzai, J. R. Ahmed, 2019; M. I. Selionova, L. N. Chizhova, E. S. Surzhikova et al., 2020).

Ген дифференциального фактора роста (*GDF9*) расположен на 5 хромосоме, белковый продукт которого играет важную роль для поддержания нормального яичникового фолликулогенеза у овец. Протяженность гена 2,5 т.н.п. и состоит из 2 экзонов, разделенных одним интроном (1126 н.п.), кодирует пропептид из 453 аминокислот, зрелый пептид состоит из 135 аминокислот. Группы сцепленных генов, связанные с количественными признаками у сельскохозяйственных животных (Н. В. Широкова, 2013; A. D. Malewa, L. Nakim, S. Maylinda et al., 2014).

В гене *GDF9/BstHNI* полиморфизм G→A вызывает замену аминокислоты – аргинин (Arg) → гистидин (His). В процессе фолликулогенеза, в яйцеклетке происходит созревание и развитие эмбриона, что способствует ассоциации гена дифференциального фактора роста *GDF9*, как маркера, который связан с репродуктивными показателями у животных (J. P. Hanrahan, S. M. Gregan, P. Mulsant et al., 2004; L. Getmantseva, N. Vakoev, S. Vakoev et al., 2019).

В исследовании О. Л. Халиной, С. Н. Магера, Г. М. Гончаренко и др. (2022) проведено сравнение частоты встречаемости аллелей полиморфизма гена *GDF9*, отвечающего за воспроизводительные характеристики у овец западно-сибирской мясной породы (n=116) и кулундинской тонкорунной породы (n=124). Частота встречаемости аллелей у западно-сибирской мясной породы представлена $GDF9^A$ – 0,189 и $GDF9^G$ – 0,811, а у кулундинской тонкорунной породы соответственно 0,040 и 0,960. Отмечена высокая частота встречаемости генотипа $GDF9^{GG}$ у кулундинской тонкорунной породы – 92,7 %, а у овец западно-сибирской мясной породы, соответственно – 26,3 %. В исследуемых породах очень редко встречается гомозиготный $GDF9^{AA}$ генотип (0-5 %). У западно-сибирской мясной породы почти у трети животных есть гетерозиготный генотип $GDF9^{AG}$, а у кулундинской тонкорунной породы только у 7,3 %. Данные, полученные авторами о генотипической структуре и

популяционно-генетических параметрах могут быть использованы для дальнейших углубленных исследований по взаимосвязи генотипов с хозяйственно ценными признаками у овец.

М. И. Селионова, Л. Н. Чижова, Е. С. Суржикова и др. (2020), в своих исследованиях выявили присутствие генотипов, несущих аллели, желательные для улучшения воспроизводительных качеств горно-алтайской тонкорунной породы по гену *GDF9*. Определили высокую (0,73) частоту встречаемости аллеля *GDF9^G* и низкую (0,27) – аллеля *GDF9^A*. Частота встречаемости генотипов *AA* и *GG* – 0,10 и 0,55, а *AG* – 0,35.

Анализ полиморфизма гена *GDF9/BstHNI* у овец дагестанской породы показал, что частота встречаемости аллеля *GDF9^A* составила 0,26 и 0,74 – для аллеля *GDF9^G*, что нашло отражение в частоте встречаемости животных-носителей гомозиготных *GDF9^{AA}*, *GDF9^{GG}* и гетерозиготного *GDF9^{AG}* генотипов, составившей 19,0; 67,0 и 14,0 % соответственно (А. И. Суров, З. К. Гаджиев, Е. С. Суржикова и др., 2022).

Ю. А. Колосов, Л. В. Гетманцева, Н. В. Широкова (2014) определили на овцах сальской породы полиморфизм гена *GDF9*, где были установлены высокие частоты аллеля *G* и генотипа *GG* по точке *G1* и аллеля *A* и генотипа *AA* по точке *G4* гена *GDF9*.

Д. Д. Петухова (2020) сообщает, что полиморфизм гена *GDF9* у овец породы лакон свидетельствует о высокой концентрации аллеля *GDF9^G* – 0,88 и низкой аллеля *GDF9^A* – 0,12, что нашло отражение в частоте встречаемости гомо- и гетерозиготных генотипов: *GDF9^{GG}* – 85,0 %; *GDF9^{AA}* – 9,0 %; *GDF9^{AG}* – 6,0 %. Автор считает, что полученные данные по полиморфизму аллельного спектра гена *GDF9*, могут использоваться для повышения уровня воспроизводительной способности и применяться в селекционно-племенной работе для сохранения генетического разнообразия.

А. М. Абдулмуслимов, А. А. Хожоков, И. С. Бейшова и др. (2020) проводили исследование с целью выявления полиморфизма гена *GDF9* на овцах дагестанской горной породы и их помесях, полученных от пары

баранов-производителей породы дорпер. В результате проведенных исследований встречаемость гомозиготных генотипов $GDF9^{AA}$ и $GDF9^{GG}$ составила 20,0 и 80,0 %. В популяции овец, гетерозиготный $GDF9^{AG}$ генотип не был обнаружен. В исследуемой популяции помесных овец частота встречаемости аллеля $GDF9^A$ – 0,19 и аллеля $GDF9^G$ – 0,81, что обеспечило присутствие (61,0 %) гомозиготного $GDF9^{GG}$ и гетерозиготного $GDF9^{AG}$ (39,0 %) генотипов, при отсутствии гомозиготного $GDF9^{AA}$.

S. H. Hafezian (2011) сообщает, что ген дифференциального фактора роста $GDF9$ находится в ооцитах на всех стадиях развития фолликулов в яичниках овец, что свидетельствует о ключевой роли этого фактора в фолликулогенезе данного вида.

Л. Н. Скорых, А. В. Суховеева Е. С. Суржикова (2022), проводя исследования по определению полиморфизма гена дифференциального фактора роста у ярок породы маньчский меринос, выявили три генотипа: $GDF9^{AA}$, $GDF9^{AG}$ и $GDF9^{GG}$, с частотой встречаемости 3,3, 17,6 и 79,1 % соответственно. Частота встречаемости концентрации аллеля A была низкая и составила (0,12), и высокая (0,88) для аллеля G .

В исследованиях В. А. Погодаева, А. Н. Арилова, Н. В. Сергеевой и др. (2023), установлено, что полиморфизм гена $GDF9$ у калмыцкой курдючной породы был представлен аллелями $GDF9^A$ с низкой частотой встречаемости (0,17) и с высокой частотой встречаемости (0,83) $GDF9^G$. Высокая частота встречаемости была отмечена у гомозиготного $GDF9^{GG}$ генотипа – 66,7 %, гомозиготный $GDF9^{AA}$ в выборке изучаемой породы отсутствовал, а гетерозиготный $GDF9^{AG}$ генотип составил – 33,3 %. Наиболее распространенным в полиморфизме помесных животных ($\frac{1}{2}$ калмыцкая курдючная + $\frac{1}{2}$ дорпер) являлась аллель G для гена $GDF9$, частота встречаемости которой составила 0,74, напротив аллель A составила 0,26. У исследуемого поголовья овец часто встречающимся был гетерозиготный генотип AG , который составил 52,9 %, а гомозиготный генотип GG – 47,1 %.

J. Roy, S. Polley, S. De et al. (2011) проводили исследование на выявление полиморфизма гена *GDF9* у плодовитых индийских овцематок породы Бонпала. Было обнаружено два локуса (*G1* и *G4*) гена *GDF9*, которые являются полиморфными. В локусе *G1* гена *GDF9* были обнаружены три генотипа, а именно: дикий тип $GDF9^{GG} - 0,89$, гетерозиготный $GDF9^{AG} - 0,10$ и мутантный $GDF9^{AA} - 0,01$. В локусе *G4* гена *GDF9* были обнаружены три генотипа, а именно: дикий тип $GDF9^{AA} - 0,01$, гетерозиготный $GDF9^{AG} - 0,14$ и мутантный $GDF9^{GG} - 0,85$. Авторы отмечают прямую связь гена дифференциального фактора роста *GDF9* с плодовитостью овец Бонпала.

При изучении полиморфизма дифференциального фактора роста *GDF9* овец татарстанской породы разных половозрастных групп, отмечена высокая концентрация аллеля *G* – 0,84 и аллеля *A* – 0,16. Частота встречаемости селекционно-значимых генотипов была следующая: $GDF9^{AA} - 10,0$; $GDF9^{GG} - 79,0$ и $GDF9^{AG} - 11,0$ %. Поэтому выявление желательных генотипов по гену *GDF9* овец с лучшей воспроизводительной способностью, разводимых в условиях Республики Татарстан, имеет важное значение (В. П. Лушников, Т. О. Фетисова, М. И. Селионова и др., 2020).

Плодовитость контролируется генами рецептора костного морфогенетического белка *IB* (*BMPR-IB*), костного морфогенетического белка 15 (*BMP-15*) и фактором дифференцировки роста 9 (*GDF-9*) (Е. А. Климанова, 2020; Н. Wang, X. Wang, T. Li et al., 2022).

Генетическое генотипирование овец дагестанской горной породы при помощи ПЦР-ПДРФ в локусе гена *GDF9* – аллеля $GDF9^A - 0,25$, аллеля $GDF9^G - 0,75$. Концентрация встречаемости гомозиготных *AA* и *GG* генотипов составила 16,0 и 66,0 %, а гетерозиготного *AG* – 19,0 %. Данные, полученные в ходе проведения генетического полиморфизма овец дагестанской горной породы, могут послужить началом углубленного изучения уникального генофонда для дальнейшего его совершенствования с учетом эколого-географических зон разведения (А. А. Оздемиров, Л. Н. Чижова, А. А. Хожоков и др., 2021).

S. Polley, S. De, B. Brahma et al. (2010), при тестировании популяции гарольских овец, обнаружили, что животные имели генотип дикого типа, за исключением локуса *G1*, который был признан полиморфным. Было обнаружено, что дикий тип (*GG*) является преобладающим генотипом в тестируемой популяции гарольских овец. Частота встречаемости гомозиготного *GDF9^{GG}* и гетерозиготного *GDF9^{AG}* генотипов составили 0,64 и 0,36 соответственно, что в свою очередь повлияло на высокую частоту овуляции и последующее увеличение численности потомства. Авторы предполагают, что ген *GDF9* может быть основным решающим фактором, влияющим на плодовитость гарольских овец.

Использование генетических маркеров, ответственных за такие характеристики, как многоплодие и воспроизводство, способствует упрощению и ускорению процесса селекционной работы, а также повышению эффективности использования овец. Применение молекулярно-генетических методов, позволяет значительно улучшить результаты выбора родителей и оптимизировать процесс селекции, способствуя увеличению поголовья с высокой продуктивностью и хозяйственно-важными характеристиками. Генетические маркеры позволяют идентифицировать потенциально ценных производителей и выбирать оптимальные пары для разведения, что приводит к сокращению времени на формирование новых линий и улучшению продуктивных качеств животных. В результате, происходит увеличение рентабельности и эффективности отрасли овцеводства. Таким образом, это важный шаг к интенсификации сельского хозяйства и повышению продовольственной безопасности (I. A. Barakat, L. M. Salem, N. M. Daoud et al., 2017; F. Wang, M. Chu, L. Pan et al., 2021; Н. А. Резун, Е. Н. Чернобай, Д. Д. Евлагина и др., 2023).

Внедрения анализа молекулярных генов-маркеров плодовитости, может упростить и ускорить процесс отбора овец. На этом основании, необходимо создавать группы животных с заранее заданными качествами за минимально короткое время, благодаря развитию молекулярно-генетических методов.

Гены-кандидаты *BMP15* и *GDF9* у овец являются специфическими для роста и развития ооцитов у овцематок, обнаружение может быть одним из факторов, определяющих высокую плодовитость и продуктивность (А. D. Malewa, L. Nakim, S. Maylinda et al., 2014; З. К. Гаджиев, Е. С. Суржикова, Д. Д. Евлагина и др., 2023).

Е. С. Чебуранова, О. А. Епишко, А. К. Джапарова и др. (2018), при изучении генетической структуры популяции овец пород тексель, Иль-де-Франс и акжайкской мясо-шерстной по гену дифференциального фактора роста (*GDF9*), установили что овцы акжайкской мясо-шерстной породы оказались мономорфны по данному гену *GDF9^M*. Частота встречаемости аллелей у животных породы Иль-де-Франс составила *GDF9^M* – 0,861 и *GDF9^N* – 0,139, у овец породы тексель 0,72 и 0,29 для *GDF9^M* и *GDF9^N*. Распределение генотипов у породы Иль-де-Франс была следующая: *GDF9^{MM}* – 73,61 %, *GDF9^{MN}* – 25 % и *GDF9^{NN}* – 1,39 %. Гомозиготные генотипы у породы тексель составили *GDF9^{MM}* – 48,27 %, *GDF9^{NN}* – 6,9 %, а гетерозиготный *GDF9^{MN}* генотип присутствовал у 44,83 % овец. Авторами установлено, что животные с гетерозиготным генотипом, обладали повышенной скоростью овуляции (78 %), что оказывает влияние на воспроизводительную функцию овец.

Д. Д. Петухова (2020), проводя исследования по определению полиморфизма гена *GDF9* у овец породы лакон, установила, что для полиморфизма гена дифференциального фактора роста *GDF9* характерна высокая (0,88) концентрация аллеля *GDF9^G* и низкая (0,12) аллеля *GDF9^A*. Следовательно, частота встречаемости гомозиготных *GDF9^{AA}*, *GDF9^{GG}* и гетерозиготного *GDF9^{AG}* генотипов, составила – 9,0 %; 85,0 %; 6,0 %.

Результаты генотипирования у ярок породы манычский меринос показали, что в гене дифференциального фактора роста *GDF9* отмечена высокая концентрация встречаемости аллеля *GDF9^G* – 0,88, и низкая *GDF9^A* – 0,12. В ходе молекулярно-генетических исследований, распределение частоты встречаемости по гену *GDF9*, показало, что доминирующим в выборке ярок был гомозиготный *GDF9^{GG}* генотип, который составил 79,1 %.

Гетерозиготные $GDF9^{AG}$ и гомозиготные $GDF9^{AA}$ генотипы 17,6 и 3,3 % соответственно (Л. Н. Скорых, А. В. Суховеева, Е. С. Суржикова, 2022).

Следовательно, ген $GDF9$ оказывает влияние на частоту овуляции и количество приплода у разных пород овец. Поэтому исследование генов, связанных с репродукцией, имеет первостепенное значение для понимания процесса фертильности и бесплодия у животных, в частности овцематок.

Анализ научной литературы зарубежных и отечественных ученых, показал, что, изучение полиморфизма генов, связанных с основными хозяйственно-полезными признаками у сельскохозяйственных животных, является перспективным в отрасли овцеводства. Селекционно-племенная работа должна проводиться с учетом генотипирования по аллельным вариантам генов-маркеров, что позволит повысить научные представления о генетическом потенциале животных.

2. СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1.1. Место проведения эксперимента и схема опыта

Экспериментальная часть научно-производственного опыта проводилась в условиях СПК колхоз-племзаводе имени Ленина Арзгирского района Ставропольского края в период с 2021 по 2024 гг.

Территория Арзгирского района по природно-сельскохозяйственному районированию земельного фонда Российской Федерации, относится к северо-восточному району, который обладает наиболее засушливым и резко выраженным континентальным климатом. Преобладающими видами почв считаются светло-каштановые и светло-каштановые с солонцово-солончаковыми комплексами.

Колхоз-племзавод расположен в зоне степей на склоне Ставропольской возвышенности (высота над уровнем моря 350-600 метров), для которой характерна лугово-болотная и солончаковая растительность. Травянистая растительность представлена типчаками, мятликом, овсяницей, тонконогом, бородачем, ковылем и др. Урожайность естественных кормовых угодий составляет 4,4-8,5 ц/га.

Среднегодовое количество осадков составляет 260-395 мм., что свидетельствует о недостатке влаги, особенно в период вегетации сельскохозяйственных культур. Господствующими считаются восточные ветра, которые сильно выражены в холодное время года. В этом районе Ставропольского края, зима холодная до -25°C . Зима начинается в конце ноября, начале декабря и заканчивается в первой половине марта. Осадки выпадают в виде дождя и снега. Снежный покров зимой не превышает 10 см.

Отличительная особенность климата является быстрое повышение температуры воздуха, особенно это наблюдается в летнее время года. Лето считается знойным и жарким, так как повышение температуры достигает до $+45^{\circ}\text{C}$. В летнее время года господствуют ветра западного направления,

которые сопровождаются активными песчаными бурями. Преобладают почвы каштановые, различной степени солонцеватости, иногда в комплексе с солонцами глубокими, средними и мелкими столбчатыми – от 10 до 30%.

СПК колхоз-племзавод имени Ленина, ведет целенаправленную селекционно-племенную работу по развитию и улучшению породы российский мясной меринос. Овцы обладают высокой мясной и шерстной продуктивностью, хорошо адаптированы к местным природно-климатическим условиям.

Для проведения эксперимента в октябре 2021 года была сформирована отара овцематок 3-4 летнего возраста породы российский мясной меринос в количестве 120 голов, которых разделили на 3 группы по генотипам $GDF9^{AA}$, $GDF9^{AG}$, $GDF9^{GG}$ и осеменяли 5 баранами-производителями одинаковое количество овцематок. Полученный молодняк (баранчики $n=70$) изучали по генотипам GH^{AA} , GH^{AB} и GH^{BB} .

Научно-исследовательская работа была выполнена на базовой кафедре частной зоотехнии, селекции и разведения животных ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», исследования проводились в лабораториях Научно-Диагностического и Лечебного Ветеринарного Центра ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», в лицензированной лаборатории иммуногенетики и ДНК технологий, отдела генетики и биотехнологии ВНИИОК-филиал ФГБНУ «Северо - Кавказский ФНАЦ» (свидетельство ПЖ-77 № 010734 от 03.04.2023 г.) в период с 2021 по 2024 год.

Научно-исследовательская работа проводилась согласно схеме опыта, представленной на рисунке 1.

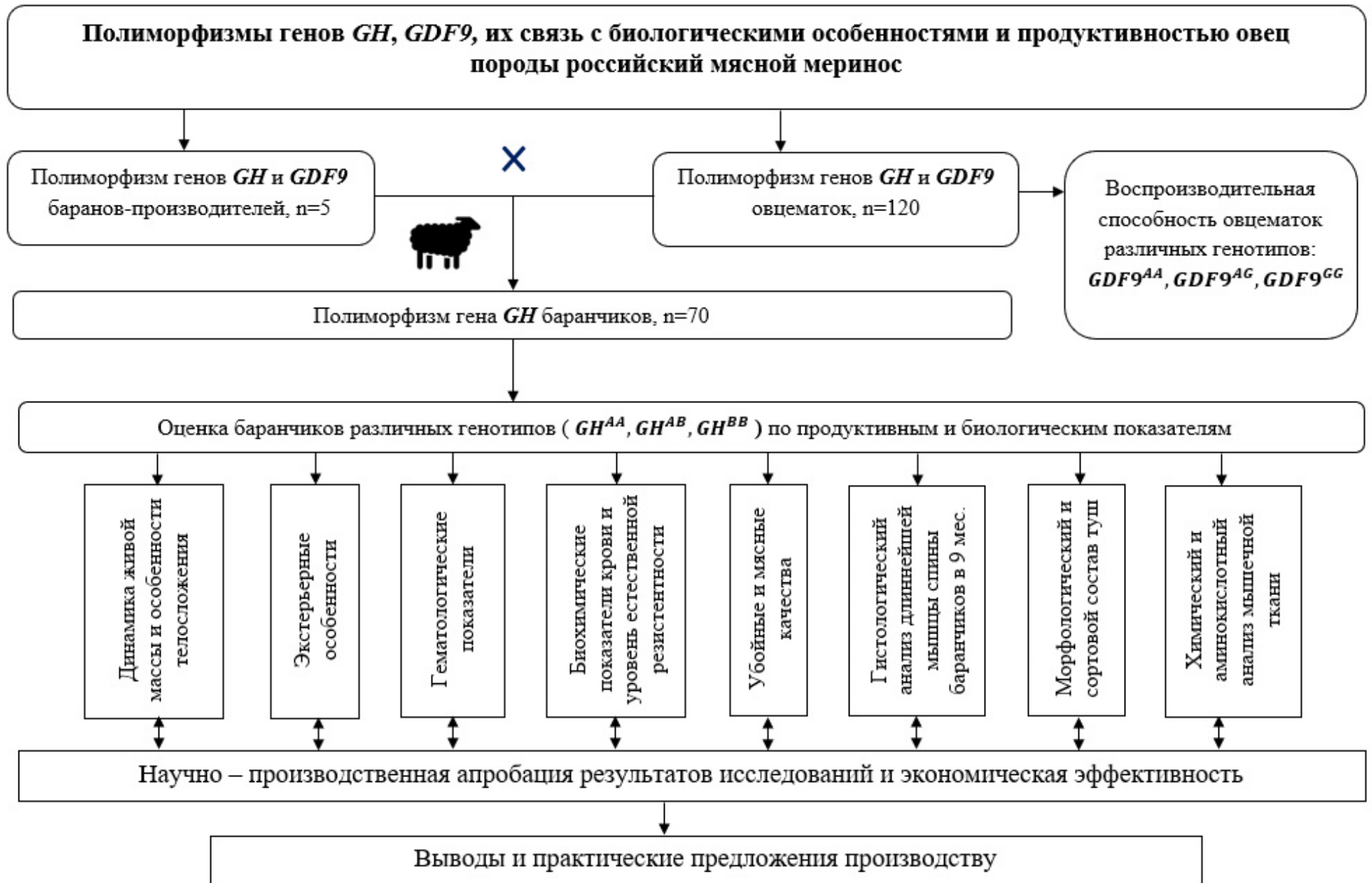


Рисунок 1 – Схема исследований

2.1.2. Материал и методики изучения отдельных признаков исследований

Молекулярно-генетический анализ. Лабораторные исследования проводились в период с 2021-2023 гг. в лицензированной лаборатории иммуногенетики и ДНК- технологий, отдела генетики и биотехнологии ВНИИОК-филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» (свидетельство ПЖ-77 № 010734 от 03.04.2023 г.).

Объектом исследования являлись овцы породы российский мясной меринос, общим количеством 195 голов следующих половозрастных групп: бараны-производители (n=5), овцематки (n=120), и полученное потомство баранчики (n=70).

Выделенная из цельной крови животных ДНК, служила биологическим материалом для проведения исследования. Кровь отбирали путём пункции яремной вены овец в вакуумные пробирки типа Vacuette объёмом 6,0 мл с добавленной в качестве антикоагулянта соли этилендиаминтетраацетата ЭДТАК2. Транспортировка крови до лаборатории проходила в течение суток с соблюдением температурного режима в термосумке с хладогентами.

Геномную ДНК выделяли при помощи коммерческого набора реагентов «DIAtomtmDNAPrep» (ООО «Лаборатория Изоген», Россия) согласно протоколу, представленного изготовителем. Выход чистой ДНК составил 3-5 мкг из 100 мкл крови с коэффициентом поглощения 260/280 нм.

Для постановки полимеразной-цепной реакции (ПЦР) использовались коммерческие наборы «GenePakTM PCR Core», (ООО «Лаборатория Изоген», Россия), предназначенные для проведения ПЦР амплификаций ДНК. Мастермиксы содержат все необходимые для проведения отдельной реакции компоненты, включая ингибированную для «горячего старта» Taq ДНК полимеразу, смесь высокоочищенных 2'-дезоксинуклеозид-5'-трифосфатов (dATP, dTTP, dGTP, dCTP) и краску для электрофореза.

Амплификация проводилась на программируемом четырехканальном термоциклере «Терцик» фирмы «ДНК-технология» (Россия) в объеме 20 мкл

реакционной смеси с использованием, синтезированных в научно-производственной лаборатории «Синтол» (Москва) специфических праймеров (таблица 3).

Таблица 3 – Последовательности праймеров, условия проведения реакций и размер получаемых фрагментов ДНК

Ген	Нуклеотидные последовательности (праймеры)	Условия протекания реакции	Ампликон, п.н.
<i>GH</i>	<i>F: 5'-ggaggcaggaagggatgaa-3'</i> <i>R: 5'-ссаagggagggagagacaga-3'</i>	первоначальная денатурация при 94°C – 2 минуты (1 цикл); денатурация 95°C – 30 сек, отжиг 65°C – 30 сек, элонгация 72°C – 45 сек (35 циклов); завершающая элонгация при 72°C – 5 мин (1 цикл)	277
<i>GDF9</i>	<i>F: 5'-gaagactggtatggggaaatg -3'</i> <i>R: 5'-ccaatctgctctacacacct -3'</i>	первоначальная денатурация при 94°C – 2 минуты (1 цикл); денатурация 94°C – 30 сек, отжиг 63°C – 40 сек, элонгация 72°C – 30 сек (35 циклов); завершающая элонгация при 72°C – 4 мин (1 цикл)	462

Полиморфизм генов *GH*, *GDF9* был определен у баранов-производителей, овцематок и полученного потомства (баранчики), методом ПЦР-ПДРФ с использованием соответствующей эндонуклеазы рестрикции (таблица 4).

Таблица 4 – Эндонуклеазы рестрикции, сайты их узнавания и условия рестрикции

Ген	Эндонуклеаза рестрикции	Сайт узнавания рестриктазы	Условия рестрикции	Генотипы
<i>GH</i>	<i>Hae III</i>	5'...GG↑CC...3' 5'...CC↓GG...3'	37°C в течение 12-16 ч	<i>AA/AB/BB</i>
<i>GDF9</i>	<i>BstHI I</i>	5'...GCG↑C...3' 5'...C↓GCG...3'	37°C в течение 12-16 ч	<i>AA/AG/GG</i>

Методом горизонтального гель-электрофореза при ультрафиолетовом свете определялась длина и число рестрикционных фрагментов в агарозном геле разной концентрации (*GDF9* – 2,0 %; *GH* – 3,8 %), с присутствием 10,0 % этидия бромида (10,0 мкл). Стандартный набор *M50* «GenePakDNAMarkers» (ООО «Лаборатория Изоген», Россия) использовался в качестве маркера молекулярных масс. В таблице 5 представлена идентификация мутаций в генах *GH* и *GDF9*.

Таблица 5 – Идентификация мутаций, выявленных однонуклеотидных полиморфизмов в генах *GH* и *GDF9*

Ген-маркер	SNP	Позиция (Oar_rambouillet_v1.0)
<i>GH</i>	rs397514071	11:47541072 (3 экзон)
<i>GDF9</i>	rs410123449	5:41843258 (1 экзон)

В результате ПЦР был получен фрагмент гена *GDF9*, размер, которого составил (462 п.н.). Обработка получаемых фрагментов рестриктазой *BstHhI* позволила выявить его аллельные варианты. Обнаруженные аллели *A* и *G* обеспечивали наличие трех генотипов: *GDF9^{GG}*, *GDF9^{AG}*, *GDF9^{AA}* характеризующихся присутствием на электрофореграмме рестрикционных фрагментов определенной длины. Гомозиготный *GG* представлен фрагментом 250 и 220 п.н., гетерозиготный *AG* генотип – 250, 220 и 462, п.н. Фрагмент размером 462 п.н., принадлежит гомозиготному *AA* генотипу.

Электрофореграмма фрагментов рестрикции представлена на рисунке 2.

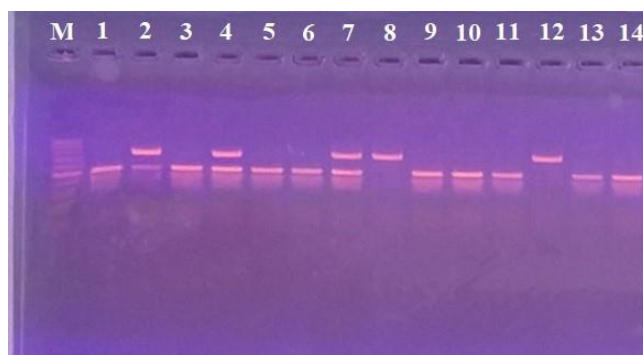


Рисунок 2 – Электрофореграмма результата ПЦР-ПДРФ гена дифференциального фактора роста *GDF9/BstHhI* в 2,0 % агарозном геле
 Обозначения: *M* – ДНК-маркер 50 п.н;
 2, 4, 7 – генотип *AG* (462; 250; 220 п.н); 1, 3, 5, 6, 9, 10, 11, 13, 14 – генотип *GG* (250; 220 п.н.); 8,12 – генотип *AA* (462 п.н.)

Аmplицированный фрагмент гена *GH* длиной (277 п.н.) расщепляли с помощью рестриктазы *HaeIII*. Обнаруженные аллели *A* и *B* обеспечивали наличие трех генотипов: GH^{AA} , GH^{AB} , GH^{BB} . Гомозиготный генотип *AA* представлен фрагментом 277, 202, 110, 100, 94, 68, 49, 22, 8 и 4 п.н., гетерозиготный *AB* генотип 277; 256; 202; 110; 100; 94; 68; 49; 22; 8 и 4 п.н., гомозиготный *BB* генотип фрагментом 256, 202, 110, 100, 94, 68, 49, 22, 8 и 4 п.н.

Электрофореграмма фрагментов рестрикции представлена на рисунке 3.

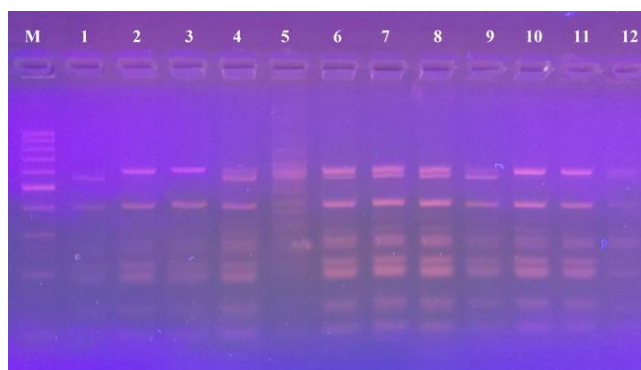


Рисунок 3 – Электрофореграмма результата ПЦР-ПДРФ гена гормона роста *GH/Hae III* в 3,8 % агарозном геле

Обозначения: *M* – ДНК-маркер 50 п.н;

1,5,12 – генотип *AA* (277; 202; 110; 100; 94; 68; 49; 22; 8 и 4 п.н.); 4,6,7,8,9 – генотип *AB* (277; 256; 202; 110; 100; 94; 68; 49; 22; 8 и 4 п.н.); 2,3,10,11 – генотип *BB* (256; 202; 110; 100; 94; 68; 49; 22; 8 и 4 п.н).

В результате генетического тестирования были сформированы группы животных в соответствии с установленными генотипами генов *GH*, *GDF9* и изучение их взаимосвязи с показателями роста, и развития, а также воспроизводительными качествами исследуемого поголовья овец будет направлено на определение аллельных вариантов полиморфизма генов.

Генетико-статистический анализ проведен в соответствии с методикой по биохимическому полиморфизму Л. В. Ольховской и др. (2007).

Воспроизводительная способность. Воспроизводительные качества маточного поголовья определялись по следующим показателям: плодовитость – по количеству ягнят с учётом живых и мертворожденных, полученных на 100 обьягнвившихся маток; сохранность молодняка учитывалась по количеству

родившихся живых ягнят и численностью молодняка в период отъема (4,5 месяца). При этом причины падежа молодняка устанавливались в соответствии с данными хозяйственного учёта и ветеринарных документов.

Биохимические и гематологические методы исследования.

Проведение гематологических исследований с учетом следующих форменных элементов крови (эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов), уровня гемоглобина, количество гематокрита и фибриногена осуществляли с помощью ветеринарного автоматического гематологического анализатора «DF50 Vet» (Dymind Biotechnology Co., Ltd, Китай). Лейкоцитарную формулу определяли в мазках крови, окрашенных по Романовскому-Гимзе, путем подсчета лейкоцитов (И. П. Кондрахин, Н. В. Курилов, 1985).

Биохимические показатели крови определяли на автоматическом биохимическом анализаторе «ACCENT-200» (Cormay, Польша) с использованием комплекта реагентов фирмы Mindray (Китай). Показатели естественной резистентности сыворотки крови БАСК, и ЛАСК – определяли по методике СНИИЖК (2013).

Живая масса подопытных животных. Определение живой массы у баранчиков осуществлялось путем индивидуального взвешивания перед утренним кормлением с точностью до 0,1 кг на электронных весах при рождении, в 4,5 и 9 месяцев по ГОСТу 25955-83 «Животные племенные сельскохозяйственные. Методы определения параметров продуктивности овец».

На основании результатов изучения живой массы подопытных животных абсолютный, среднесуточный и относительный прирост живой массы рассчитывали по Е.Я. Борисенко, 1967.

– абсолютный прирост: $A = W_1 - W_0$;

– среднесуточный прирост: $C = \frac{W_1 - W_0}{t}$

– относительный по формуле С. Броди: $B = \frac{W_1 - W_0}{0,5 (W_0 + W_1)} \times 100 \%$

где: А – абсолютный прирост живой массы, кг; С – среднесуточный прирост живой массы, г.; В – относительный прирост живой массы, %; W0 – начальная живая масса, кг; W1 – живая масса в конце периода, кг; t – период между двумя взвешиваниями, суток.

Динамику роста и особенности телосложения оценивали путем индивидуального взятия промеров (Е.Я. Борисенко, 1984), характеризующих особенности экстерьера и общее развитие животных в 4,5 и 9-ти месячном возрасте.

Особенности телосложения. Взятие промеров экстерьера, роста и телосложения у баранчиков разных генотипов, осуществляли путем измерения статей в 4,5- и 9-ти месячном возрасте.

При этом брались следующие промеры тела:

- высота в холке - высшая точка холки касательно заднего угла лопатки.
- высота в крестце - от земли до верхней точки крестца.
- косая длина туловища - от переднего выступа плече-лопаточного сочленения до крайней точки седалищного бугра.
- глубина груди - от холки до нижней поверхности грудной кости касательно заднего угла лопатки.
- ширина груди - за лопатками касательно заднего угла лопатки.
- обхват груди за лопатками.
- обхват пясти - в нижней части верхней трети пясти.

Первые 5 промеров измерялись мерной палкой, а последние 2 промера – с помощью измерительной ленты. Для более полной характеристики конституциональных особенностей и степени развития баранчиков в 4,5 и 9-ти месячном возрасте определяли индексы телосложения по следующим формулам:

$$\text{Длинноногости} = \frac{\text{высота в холке} - \text{глубина груди}}{\text{высота в холке}} \times 100$$

$$\text{Расстянутости} = \frac{\text{косая длина туловища}}{\text{высота в холке}} \times 100$$

$$\text{Грудной} = \frac{\text{ширина груди}}{\text{глубина груди}} \times 100$$

$$\text{Сбитости} = \frac{\text{обхват груди за лопатками}}{\text{косая длина туловища}} \times 100$$

$$\text{Массивности} = \frac{\text{обхват груди за лопатками}}{\text{высота в холке}} \times 100$$

$$\text{Перерослости} = \frac{\text{высота в крестце}}{\text{высота в холке}} \times 100$$

$$\text{Костистости} = \frac{\text{обхват пясти}}{\text{высота в холке}} \times 100$$

Мясная продуктивность. С целью изучения мясных качеств подопытного молодняка в условиях санбойни СПК колхоза-племзавода имени Ленина Арзгирского района в возрасте 9 месяцев был проведен контрольный убой типичных баранчиков исследуемых генотипов ($n=3$): GH^{AA} , GH^{AB} и GH^{BB} согласно методическим рекомендациям СНИИЖК (2009). Морфологический состав туш оценивался путем их обвалки (мякоть, кости), количество отрубов по сортам в соответствии с действующим ГОСТ 7596-81 «Мясо. Разделка баранины и козлятины для розничной торговли». Коэффициент мясности определялся путем расчета отношения мякоти к костям.

Калорийность 1 кг мяса определяли по формуле В. М. Александрова (1951) $K=[C-(Ж+3)] \times 4,1+(Ж \times 9,3)$,

где: K – калорийность мяса, ккал; C – количество сухого вещества, г; 3 – количество золы, г; $Ж$ – количество жира, г.

Показатель спелости (зрелости) мяса определяли по формуле А. В. Ланиной (1973):

$$\text{ПМС} = \frac{\% \text{ жира в мякоти туши}}{\% \text{ влаги мякоти туши}} \times 100$$

Содержание оксипролина определяли методом Грейна и Смита, триптофана – по методу Неймана и Логана. Белково-качественный показатель определяли по отношению триптофана к оксипролину.

Гистологические исследования. При проведении опыта был выполнен убой баранчиков возрасте 9 месяцев в количестве 3 голов из каждой группы. Оценку туш баранчиков проводили согласно ГОСТу № 52843-2007 «Овцы и козы для убоя. Баранина, ягнятина и козлятина в тушах». В процессе убоя на участке между 9-м и 12-м грудными позвонками с каждой туши были взяты

образцы длиннейшей мышцы спины размером 1 см³, освобождённые от жира и соединительнотканых оболочек. Фиксирование пробы мышечной ткани осуществляли с помощью 10-процентного нейтрального водного забуференного раствора формалина. Для обзорного просмотра гистосрезы окрашивали гематоксилин-эозином. Гистологические исследования проводили согласно методическим указаниям «Способ гистологической оценки качественных показателей мясной продуктивности овец с учетом морфоструктуры тканей» в лаборатории морфологии и качества продукции (ВНИИОК – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», 2010).

Микрофотосъемку гистологических препаратов проводили с использованием фотокамеры Canon Power Shot A 460 IS. Фотосъемку микропрепаратов также осуществляли с помощью цифровой камеры (видеоокуляр) Scopetek DCM510 для микроскопа. Обработку полученных снимков выполняли в приложенной программе Scope Photo.

Математическая обработка данных. Показатели промеров, живой массы, были обработаны биометрически, способом сумм по Е.К. Меркурьевой (1970), А.В. Бакай, И.И. Кочиш, Г.Г. Скрипниченко (2007). Статистическая обработка полученного цифрового материала исследований осуществлялась с применением программ «Microsoft Office Excel». Определение достоверности различий осуществлялось по t-критерию Стьюдента при трёх уровнях вероятности ($P < 0,05$; $P < 0,01$; $P < 0,001$).

Вычисления производили по формулам, представленным в методике по биохимическому полиморфизму Л.В. Ольховской и др. (2007).

Частоту встречаемости генотипов определяли по формуле:

$$p = \frac{n}{N}$$

где: p – частота определения генотипа,

n – количество особей, имеющих определенный генотип,

N – общее число особей.

Подсчет частот встречаемости аллелей проводится по формуле:

$$P(A) = \frac{2N_1 + N_2}{2n}$$

где: P – частота встречаемости аллели; A – аллель;

N_1 – число гомозигот по исследуемому аллелю;

N_2 – число гетерозигот по исследуемому аллелю;

n – объем выборки, т.е. количество животных.

Математический расчет теоретически ожидаемого числа животных и критерия соответствия Пирсона по каждому исследуемому гену проводится с использованием формул:

$N_{ii} = P_i^2 N$ – для гомозигот,

$N_{ij} = 2P_i P_j N$ – для гетерозигот,

где: N_{ii} , N_{ij} – теоретически ожидаемое число животных;

P_i , P_j – частота i и j аллелей;

N – общее количество животных.

$$\chi^2 = \sum (\Phi - T)^2 / T,$$

где: Φ – фактически наблюдаемое количество животных каждого генотипа,

T – теоретически ожидаемое число животных каждого генотипа.

Уровень гомозиготности (C_a) рассчитывается:

$$C_a = P(A)^2 + P(B)^2 \times 100 \%;$$

Число эффективно действующих аллелей (уровень полиморфности локуса, N_a) – является величиной, обратной степени гомозиготности.

$$N_a = 1/C_a,$$

где: N_a – уровень полиморфности локуса;

C_a – уровень гомозиготности локуса.

Степень генетической изменчивости популяции (V) выражают через коэффициент (по А. Робертсону):

$$V = 1 - C_a / (1 - 1/N) \times 100,$$

где: N – количество животных,

C_a – коэффициент гомозиготности.

Тест гетерозиготности (ТГ) по А. Робертсону, указывает на недостаток относительной гетерозиготности полученной по фактическим данным по сравнению с относительной гетерозиготностью.

Этот коэффициент может быть целым или дробным числом, выражаться в процентах с положительным или отрицательным знаком. Чем больше положительная величина ТГ, тем в большей степени отличается фактическая (эмпирическая) гетерозиготность по данному локусу от теоретической.

Экономическая эффективность. Экономическая эффективность выращивания животных разных генотипов по гену *GH* рассчитывалась по разнице реализованной продукции в убойной массе одной головы и суммы затрат, сложившихся на выращивание животного. Реализационная стоимость, сложившаяся в СПК колхоз-племзавода имени Ленина Арзгирского района, рассчитана по 2023 году.

2.2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В данном разделе изложены результаты научных исследований, опубликованные в научных статьях Чернобай Е.Н., Онищенко О.Н., Коноплев В.И., Семкив Л.П. (2021), Онищенко О.Н. (2021), Онищенко О.Н., Чернобай Е.Н., Суржикова Е.С., Шумаенко С.Н. (2022), Онищенко О.Н. (2022), Онищенко О.Н., Чернобай Е.Н. (2022), Дмитриев А.Ф., Агарков А.В., Агарков Н.В., Онищенко А.Р., Онищенко О.Н. (2022), Онищенко О.Н., Чернобай Е.Н., Онищенко А.Р. (2023), Онищенко О.Н., Онищенко А.Р. (2023), Онищенко О.Н., Чернобай Е.Н., Суржикова Е.С. (2023), Суржикова Е.С., Онищенко О.Н., Чернобай Е.Н., Евлагина Д.Д., Онищенко А.Р. (2023), Агарков А.В., Онищенко О.Н., Чернобай Е.Н., Онищенко А.Р. (2023), Онищенко О.Н. (2023), Чернобай Е.Н., Резун Н.А., Онищенко О.Н., Исмаилов И.С. (2023), Онищенко О.Н., Дмитрик И.И., Онищенко А.Р., Чернобай Е.Н. (2024).

Все соавторы дали полное согласие на совместное использование полученных результатов проведенных исследований.

2.2.1. Полиморфизм генов *GH* и *GDF9* баранов – производителей

Результаты ДНК-генотипирования баранов-производителей позволили установить полиморфизм гена *GH*, который представлен двумя аллелями GH^B с частотой встречаемости – 0,80 и аллеля GH^A , который был в 4 раза ниже и составил – 0,20. Главной особенностью, изучаемой выборки баранов-производителей является наличие повышенной частоты встречаемости гомозиготного генотипа GH^{BB} , составившего 60,0 %, а гетерозиготный генотип составил GH^{AB} – 40,0 % (таблица 6).

Таблица 6 – Аллельный профиль генов *GH* и *GDF9* баранов-производителей породы российский мясной меринос

Ген - маркер	Генотип	(n)	Частота встречаемости	
			генотип, %	Аллель
<i>GH</i>	AA	0	0,0	A – 0,20 B – 0,80
	BB	3	60,0	
	AB	2	40,0	
<i>GDF9</i>	AA	2	40,0	A – 0,40 G – 0,60
	GG	3	60,0	
	AG	0	0	

Полиморфизм гена *GDF9* представлен аллелями $GDF9^A$ и $GDF9^G$ у которых имеется разная частота встречаемости 0,40 и 0,60. В исследуемой выборки баранов-производителей присутствуют гомозиготные генотипы $GDF9^{AA}$ и $GDF9^{GG}$ с разной частотой встречаемости – 40,0 и 60,0 % соответственно, но выявлено отсутствие гетерозиготного генотипа $GDF9^{AG}$ (О.Н. Онищенко, Е.Н. Чернобай, Е.С. Суржикова, 2023).

Наши исследования согласовываются с данными А. А. Оздемировым, Р. А. Акаевой, Е. М. Алиевой и др., (2023), которыми установлено, что полиморфизм гена *GH* у баранов-производителей дагестанской горной породы, представлен двумя аллелями с высокой GH^A – 0,87 и низкой GH^B – 0,13 частотой встречаемости. Распределение гомозиготного GH^{AA} и гетерозиготного GH^{AB} генотипов составило 84,0 и 16,0 % соответственно, гомозиготный GH^{BB} генотип в выборке отсутствовал. Однако было отмечено, что частота встречаемости аллелей $GDF9^A$, $GDF9^G$ составила 0,18 и 0,82 для

гена дифференциального фактора роста. Распределение частоты встречаемости гомозиготных $GDF9^{GG}$ и $GDF9^{AA}$ генотипов составляло – 74,0 и 11,0 %, а гетерозиготного $GDF9^{AG}$ генотипа составила – 15,0 %.

2.2.2. Оценка овцематок по продуктивным и биологическим показателям

2.2.2.1. Полиморфизм генов GH и $GDF9$ овцематок

По результатам молекулярно-генетических исследований овцематок ($n=120$) было отмечено, что полиморфизм гена GH представлен двумя аллелями: аллелью GH^A с частотой встречаемости 0,53, что на 0,06 выше аллеля GH^B , который составил 0,47. Основной особенностью исследуемой популяции овцематок являлось существование высокой частоты встречаемости гетерозиготного генотипа, GH^{AB} , составившего 51,0 %, а гомозиготный генотип был ниже GH^{BB} – 22,0 % (таблица 7).

Таблица 7 – Аллельный профиль генов GH и $GDF9$ овцематок породы российский мясной меринос

Ген - маркер	Генотип	(n)	Частота встречаемости	
			генотип, %	аллель
GH	AA	33	27,0	A – 0,53 B – 0,47
	BB	26	22,0	
	AB	61	51,0	
$GDF9$	AA	12	10,0	A – 0,43 G – 0,57
	GG	30	25,0	
	AG	78	65,0	

Анализом результатов типирования овцематок породы российский мясной меринос было установлено, что полиморфизм гена $GDF9$ представлен двумя аллелями: $GDF9^A$ и $GDF9^G$, у которых имеется разная частота встречаемости, а именно 0,43 и 0,57.

У овцематок преобладал гетерозиготный генотип $GDF9^{AG}$, составивший 65,0 % ($n=78$). Гомозиготные генотипы $GDF9^{AA}$ и $GDF9^{GG}$ присутствуют в исследуемой группе животных – 10,0 % ($n=12$) и 25,0 % ($n=30$). В исследуемой группе животных присутствовали гомозиготные генотипы $GDF9^{AA}$ и $GDF9^{GG}$

с разной частотой встречаемости 10,0 % (n=12) и 25,0 % (n=30). Количество овцематок носителей гомозиготных генотипов $GDF9^{AA}$ и $GDF9^{GG}$ в исследуемой выборке составило 42 головы, гетерозиготных $GDF9^{AG}$ – 78 голов.

Сравнительный анализ результатов ДНК-диагностики овцематок свидетельствует о средней степени гомозиготности (Ca, %), которая составила 50,17 % – в локусе гена GH гормона роста, а в локусе гена $GDF9$ были ниже на 0,96 % и составили 51,13 % (таблица 8).

Таблица 8 – Генетическая структура генов GH и $GDF9$ овцематок породы российский мясной меринос

Ген	Показатель						
	Ca, %	Na	V, %	Hobs	Hex	ТГ	χ^2
GH	50,17	1,99	49,0	1,03	0,99	0,041 $\Phi > T$	0,05
$GDF9$	51,13	1,96	48,0	1,86	0,96	0,901 $\Phi > T$	13,06

Результаты, полученные в ходе молекулярно-генетических исследований, характеризуются неоднозначностью распределения аллельного профиля в изучаемых локусах генов. По гену гормона роста (GH) у овцематок имеется определенное количество эффективно действующих аллелей (Na) с значением – 1,99, а (V) уровень генетической изменчивости составил – 49,0.

Ген $GDF9$ овцематок представлен числом эффективно действующих аллелей (Na) – 1,96, а (V) уровень генетической изменчивости имеет значение – 48,0.

Гены GH , $GDF9$ изучили по степени генетического разнообразия, учитывая такие показатели как гетерозиготность наблюдаемая (Hobs) и гетерозиготность ожидаемая (Hex), которая рассчитана непосредственно на частоту встречаемости аллелей каждого полиморфного локуса.

У овцематок породы российский мясной меринос, уровень наблюдаемой (Hobs) и ожидаемой (Hex) гетерозиготности по гену GH составляет 1,03 и 0,99, а для гена $GDF9$ – 1,86 и 0,96. В данной выборке животных тест гетерозиготности (ТГ) указывает о повышении гетерозиготных особей и

составляет по гену *GH* – 0,041 и *GDF9* – 0,901 соответственно (О.Н. Онищенко, Е.Н. Чернобай, Е.С. Суржикова, 2023).

Критерий Пирсона (χ^2) по определению достоверности полученных данных между генотипами овцематок, который позволяет проверить соответствие фактических частот генотипов теоретически ожидаемым с учетом закона Харди-Вайнберга. Расчет критерия χ^2 гена *GH* составил 0,05, что свидетельствует о сохранении генетического равновесия, а по гену *GDF9* составил 13,06, что свидетельствует о частичном смещении в сторону гетерозиготного генотипа *GDF9^{AG}*.

Наши результаты подтверждаются сведениями авторов R. Abdoli, P. Zamani, A. Deljou et al. (2013), которые сообщают, что генетическая структура гена *GDF9* овцематок породы Мехрабан, разводимых в Иране, обуславливалась присутствием двух аллелей *A* и *G* и трех генотипов *AA*, *AG* и *GG*. У изучаемых овцематок преобладал гетерозиготный *GDF9^{AG}* – 62,35 %, встречаемость гомозиготных *GDF9^{AA}* и *GDF9^{GG}* генотипов составила 9,41 и 28,24 %.

2.2.2.2. Воспроизводительная способность овцематок различных генотипов: *GDF9^{AA}*, *GDF9^{AG}*, *GDF9^{GG}*

В течении долгих наблюдений установлено, что ген *GDF9* рассматривается в качестве маркера, который отражает воспроизводительные характеристики у овцематок (В. П. Лушников, Т. О. Фетисова, М. И. Селионова и др., 2020).

Воспроизводительная способность маток и сохранность молодняка являются важными экономическими показателями при оценке овец различных пород (I. S. Ismailov, N. V. Tregubova, M. S. Seitov, 2021).

Существует тесная взаимосвязь продуктивности овец с их воспроизводительной способностью, что позволяет вести ускоренную селекцию в результате ускорения смены поколений (P. R. Shorten, S. J. Edwards, J. L. Juengel, 2020).

Рентабельность овцеводства напрямую зависит от воспроизводительных качеств овцематок, где особое внимание уделяется плодовитости. Получение максимального количества ягнят к отбивке позволяет качественно провести селекционно-племенную работу, тем самым обеспечить высокую эффективность отрасли овцеводства (А. И. Ерохин, Е. А. Карасев, С. А. Ерохин, 2012; Б. С. Иолчиев, Н. А. Волкова, П. М. Кленовицкий, 2019).

В таблице 9 представлены результаты проведения оценки воспроизводительных способностей овцематок и сохранность молодняка породы российский мясной меринос в зависимости от разных генотипов гена *GDF9*.

Таблица 9 – Воспроизводительная способность овцематок и сохранность ягнят

Показатель	Генотипы овцематок		
	<i>GDF9^{AA}</i>	<i>GDF9^{AG}</i>	<i>GDF9^{GG}</i>
Осеменено, гол	12	78	30
Объягнилось, гол	11	72	26
Яловость, гол	1	6	4
Яловость, %	8,3	7,7	13,3
Оплодотворяемость, %	91,7	92,3	86,7
Получено потомства, гол	13	97	32
в т.ч. баранчиков	7	52	18
Ярок	6	45	14
Плодовитость на 100 объягившихся маток, %	118,2	134,7	123,1
Сохранность ягнят к отъему, гол	12	90	28
в т.ч. баранчиков, гол	7	48	15
ярок, гол	5	42	13
Сохранность ягнят, от рождения до отбивки, %	92,3	92,8	87,5
Получено ягнят к отъему на 100 осемененных маток, %	109,1	125,0	107,7

Анализ воспроизводительной способности овцематок различных генотипов, показал, что лучшей оплодотворяемостью отличались овцематки с генотипом *GDF9^{AG}* (92,3 %), которые превосходили сверстниц с гомозиготными генотипами *GDF9^{AA}* и *GDF9^{GG}* соответственно на 0,6 и 5,6 % абс.%. Овцематки с гомозиготным генотипом *GDF9^{GG}* имели самый высокий показатель яловости (13,3 %), что в дальнейшем сказалось на количестве полученного потомства. Больше всего получено ягнят на 100 объягившихся

маток было от животных с гетерозиготным генотипом $GDF9^{AG}$ по сравнению со сверстницами имеющих гомозиготные генотипы $GDF9^{AA}$ и $GDF9^{GG}$ на 16,5 и 11,6 абс. % соответственно.

Также, сохранность ягнят, полученных от овцематок с гетерозиготным генотипом $GDF9^{AG}$ к отбивке (4,5 мес.) была выше по сравнению со сверстниками полученных от овцематок с гомозиготными генотипами $GDF9^{AA}$ и $GDF9^{GG}$ на 0,5 и 5,3 абс. %.

По количеству ягнят к отъему на 100 осемененных маток превосходство было у овцематок с генотипом $GDF9^{AG}$ (125,0 %), что выше сверстниц с гомозиготными генотипами $GDF9^{AA}$ и $GDF9^{GG}$ на 15,9 и 17,3 абс. %.

Наши результаты подтверждаются сведениями автора А. Я. Куликовой (2023), которая изучала взаимосвязь полиморфизма гена $GDF9$ с воспроизводительными качествами у овцематок южной мясной породы, которая установила, что плодовитость овцематок гетерозиготного $GDF9^{AG}$ и гомозиготного $GDF9^{GG}$ составила 146,6 и 136,7 % соответственно.

Таким образом, воспроизводительная способность овцематок зависит от полиморфизма гена $GDF9$. Гетерозиготные овцематки $GDF9^{AG}$ отличались высокими воспроизводительными качествами, по сравнению с гомозиготными сверстницами.

2.2.3. Полиморфизм гена GH баранчиков

В наших исследованиях, количество баранчиков носителей гомозиготных GH^{AA} и GH^{BB} генотипов в исследуемой выборке составило – 49 голов, а гетерозиготных GH^{AB} – 21 голова (таблица 10).

Таблица 10 – Аллельный профиль гена GH баранчиков

Ген - маркер	Генотип	(n)	Частота встречаемости	
			генотип, %	аллель
GH	AA	31	44,3	А – 0,59 В – 0,41
	BB	18	25,7	
	AB	21	30,0	

В результате молекулярно-генетических исследований баранчиков ($n=70$) было отмечено, что полиморфизм гена соматотропина представлен GH^B и GH^A аллелями с разной частотой встречаемости 0,41 и 0,59 соответственно. Особенностью исследуемых баранчиков является высокая частота встречаемости гомозиготного GH^{AA} ($n=31$) генотипа, составившего 44,3 %, а гомозиготного GH^{BB} ($n=18$) генотипа 25,7 %. Частота встречаемости гетерозиготного GH^{AB} ($n=21$) генотипа составила – 30,0 %.

При изучении генетической структуры гена GH баранчиков, учитывали такие показатели как гетерозиготность наблюдаемая (Hobs) и гетерозиготность ожидаемая (Hex), которая рассчитана непосредственно на данных аллелей каждого полиморфного локуса и частоты встречаемости генотипов (таблица 11).

Таблица 11 – Генетическая структура гена GH баранчиков

Ген	Показатель						
	Ca, %	Na	V, %	Hobs	Hex	ТГ	χ^2
GH	51,72	1,93	46,9	0,43	0,93	-0,5 $\Phi < T$	10,03

Результаты ДНК-генотипирования выборки баранчиков свидетельствует о средней степени гомозиготности (Ca, %), составивший 51,72 % – в локусе гена GH .

Главный фактор, характеризующий проявление желательных аллелей (Na), составляет 1,93 по гену GH .

Уровень генетической изменчивости (V), составил 46,9 % и отвечает за процесс адаптации к окружающей среде для каждой отдельной особи в популяции.

У баранчиков породы российский мясной меринос уровень наблюдаемой (Hobs) и ожидаемой (Hex) гетерозиготности по гену гормона роста составляет 0,43 и 0,93. Тест гетерозиготности (ТГ) был отрицательным (-0,5), что свидетельствует о недостатке гетерозигот в исследуемой выборке баранчиков.

По расчету критерия Пирсона (χ^2), который определяет достоверность полученных данных между генотипами баранчиков и позволяет проверить соответствие фактических частот генотипов теоретически ожидаемым с учетом закона Харди-Вайнберга по гену *GH* составил 10,03, что свидетельствует о смещении в сторону гомозиготных генотипов GH^{AA} и GH^{BB} .

Генотипирование баранчиков породы российский мясной меринос в изучаемом хозяйстве, дает представление о неоднозначности распределения аллельного профиля в локусе гена *GH*. Исследуемые показатели генетической структуры влияют на положительный исход генетической изменчивости, что в свою очередь ведет к проявлению различных адаптивных особенностей.

2.2.4. Оценка баранчиков различных генотипов GH^{AA} , GH^{AB} , GH^{BB} по продуктивным и биологическим показателям

2.2.4.1. Динамика живой массы баранчиков разных генотипов гена *GH*

Живая масса животных является одним из основных экономических показателей рентабельности производства овцеводческой продукции (А. Ч. Гаглоев, А. Н. Негреева, Ю. А. Рассказова, 2016).

Одним из показателей жизнеспособности организма животного, является живая масса при рождении. В последующие возрастные периоды, происходит увеличение данного показателя. Изучение живой массы в период онтогенеза овец представляет интерес для увеличения производства молодой баранины и совершенствования отечественных пород овец (А. С. Дегтярь, А. Ю. Колосов, Т. С. Романец, 2014; В. А. Мороз, Е. Н. Чернобай, Н. А. Новгородова и др., 2017).

Рост – является сложным биологическим процессом, который происходит в организме животного, включает регулируемую координацию широкого спектра нейроэндокринных путей, включая скоординированное действие нескольких гормонов (таких как гормоны роста, тироксин, инсулин и пролактин), секретируемых ключевыми эндокринными железами и

контролируемых действием их соответствующих генов (М. В. Забелина, Т. Ю. Лёвина, А. П. Скрынников и др., 2017).

Генотипирование и отбор животных по живой массе является основным селекционным способом в тонкорунном овцеводстве. Маркерная селекция позволяет, улучшить продуктивные особенности животных и сохранить ценный генофонд (N. Ghanem, M. Zayed, I. Mohamed et al., 2022).

Нами была проведена оценка живой массы баранчиков овец породы российский мясной меринос в разные возрастные периоды в зависимости от генотипов гена *GH*. Полученные генотипы баранчиков характеризовались различной скоростью роста от рождения до 9 месяцев (таблица 12).

Таблица 12 – Динамика живой массы баранчиков различных генотипов, кг (n=70)

Возраст, мес.	Генотипы баранчиков		
	<i>GH^{AA}</i> (n=31)	<i>GH^{AB}</i> (n=21)	<i>GH^{BB}</i> (n=18)
при рождении	4,32±0,03	4,46±0,07	4,59±0,06
в 4,5 месяца	29,17±0,51**	31,23±0,48	30,36±0,41
в 9 месяцев	52,41±0,62***	56,12±0,78	54,41±0,60

Примечание: статистическая значимость различий * - $P<0,05$; ** - $P<0,01$; *** - $P<0,001$ баранчиков с генотипом *GH^{AB}* с данными других генотипов.

Сравнительный анализ результатов изменения живой массы в процессе постэмбрионального развития молодняка овец исследуемых генотипов свидетельствует о том, что баранчики гомозиготного *GH^{BB}* генотипа при рождении по живой массе превосходили сверстников гомозиготного *GH^{AA}* и гетерозиготного *GH^{AB}* генотипа соответственно на 6,3 % ($P<0,001$) и 2,9 % ($P>0,05$). Установлено, что животные, которые в своем генотипе, имели аллель *B*, обладали высокой живой массой при рождении.

Период между рождением и отъемом баранчиков, характеризовался наиболее интенсивным приростом живой массы. Животные с гетерозиготным генотипом *GH^{AB}* по живой массе превосходили сверстников с гомозиготными *GH^{AA}* и *GH^{BB}* генотипами на 7,1 % ($P<0,01$) и 2,9 % ($P>0,05$). Баранчики

гомозиготного GH^{BB} генотипа недостоверно превосходили GH^{AA} генотип на 4,1 % ($P>0,05$).

Тенденция превосходства гетерозиготных GH^{AB} баранчиков по живой массе в 9 месячном возрасте сохранилась над сверстниками с гомозиготными GH^{AA} и GH^{BB} генотипами соответственно на 7,1 % ($P<0,001$) и 3,1 % ($P>0,05$). Превосходство было отмечено у гомозиготного GH^{BB} над GH^{AA} генотипом достоверно на 3,8 % ($P<0,05$).

Наши результаты подтверждаются исследованиями ученых Ю. А. Колосовым, П. С. Кобыляцким, Н. В. Широковой и др., (2017), которые указывали, что овцы сальской породы с гетерозиготным GH^{AB} генотипом, по живой массе в разные возрастные периоды имели превосходство над сверстниками с гомозиготными генотипами.

Анализ динамики абсолютного прироста наиболее полно отражает продуктивные качества овец, а среднесуточный прирост характеризует скорость протекания роста и развития сельскохозяйственных животных (M. Ghaderi-Zefrehei, A. Safari, M. Moridi et al., 2021).

При проведении расчетов показателей абсолютного, среднесуточного и относительного прироста живой массы в исследуемые периоды онтогенеза, установлено, что наибольшим превосходством обладали баранчики с гетерозиготным GH^{AB} генотипом по сравнению с гомозиготными GH^{AA} и GH^{BB} генотипами (таблица 13).

Наибольший абсолютный прирост живой массы от рождения до 4,5 месяцев отмечался у баранчиков с гетерозиготным GH^{AB} генотипом, который составил 26,77 кг и превосходили сверстников с гомозиготными GH^{AA} и GH^{BB} генотипами соответственно на 7,6 % ($P<0,01$) и 3,9 % ($P>0,05$).

Сравнивая гомозиготные особи между собой, отмечено превосходство животных с GH^{BB} генотипом над сверстниками с GH^{AA} генотипами было недостоверным – 3,7 %.

Таблица 13 – Абсолютные и среднесуточные приросты живой массы баранчиков различных генотипов (n=70)

Возрастные периоды	Генотипы		
	GH^{AA} (n=31)	GH^{AB} (n=21)	GH^{BB} (n=18)
Абсолютный прирост, кг			
от рождения до 4,5 месяцев	24,86±0,51	26,76±0,47	25,77±0,41
от 4,5 до 9 месяцев	23,24±0,73	24,89±1,03	24,05±0,64
от рождения до 9 месяцев	48,09±0,61***	51,65±0,77	49,82±0,61
Среднесуточный прирост, г			
от рождения до 4,5 месяцев	184,11±3,75**	198,24±3,51	190,88±3,03
от 4,5 до 9 месяцев	172,13±5,38	184,37±7,66	178,16±4,77
от рождения до 9 месяцев	178,12±2,24***	191,30±2,87	184,53±2,26

Примечание: статистическая значимость различий * - $P<0,05$; ** - $P<0,01$; *** - $P<0,001$ баранчиков с генотипом GH^{AB} с данными других генотипов.

В период от 4,5 до 9-ти месячного возраста превосходство животных с гетерозиготным GH^{AB} генотипом, по сравнению со сверстниками гомозиготными GH^{AA} и GH^{BB} генотипами недостоверно на 7,1 % ($P>0,05$) и 3,5 % ($P>0,05$). Между гомозиготными сверстниками GH^{AA} и GH^{BB} генотипами разница была недостоверной.

Самый высокий абсолютный прирост от рождения до 9-ти месячного возраста был у животных с гетерозиготным GH^{AB} генотипом, которые превосходили сверстников с гомозиготными GH^{AA} и GH^{BB} генотипами на 7,4 % ($P<0,001$) и 3,7 % ($P>0,05$).

Результаты исследований среднесуточного прироста позволяют нам установить, что в период от рождения до 4,5 месяцев, превосходство было у животных с гетерозиготным GH^{AB} генотипом, по сравнению со сверстниками с гомозиготными GH^{AA} и GH^{BB} генотипами на 7,7 % ($P<0,01$) и 3,9 % ($P>0,05$); в возрасте от 4,5 до 9 месяцев превосходство было недостоверным на 7,1 % ($P>0,05$) и 3,5 % ($P>0,05$). От рождения до 9-ти месячного возраста лучший среднесуточный прирост имели животные с гетерозиготным GH^{AB} генотипом, по сравнению со сверстниками имеющих гомозиготные GH^{AA} и GH^{BB} генотипы

на 7,4 % ($P < 0,001$) и 3,7 % ($P > 0,05$). Животные с гомозиготным GH^{BB} генотипом в период от рождения до 4,5 месяцев и от рождения до 9-ти месячного возраста превосходили сверстников GH^{AA} генотипы с недостоверной разницей соответственно на 3,7 и 3,6 %.

Установлено, что баранчики гетерозиготного GH^{AB} генотипа по отношению к гомозиготным GH^{AA} и GH^{BB} в период от рождения до отбивки имели более высокий относительный прирост живой массы на 1,8 абс. % и 2,5 абс. % (таблица 14).

Таблица 14 – Относительный прирост живой массы баранчиков различных генотипов по гену GH , % (n=70)

Возрастные периоды	Генотипы		
	GH^{AA} (n=31)	GH^{AB} (n=21)	GH^{BB} (n=18)
от рождения до 4,5 месяцев	148,09	149,84	147,37
от 4,5 до 9 месяцев	57,04	56,89	56,73
от рождения до 9 месяцев	169,45	170,45	168,82

Относительный прирост живой массы от 4,5 до 9-ти месячного возраста у подопытных животных находился в пределах групп от 56,73 до 57,04 %, животные с гетерозиготным генотипом GH^{AB} имели промежуточный показатель, а от рождения до 9-ти месячного возраста животные с гетерозиготным генотипом GH^{AB} превосходили сверстников с гомозиготными генотипами GH^{AA} и GH^{BB} на 1,0 абс. % и 1,6 абс. %.

Таким образом, у животных с гетерозиготным генотипом GH^{AB} отмечалась более высокая интенсивность по абсолютным, среднесуточным и относительным приростам, по сравнению со сверстниками с гомозиготными генотипами GH^{AA} и GH^{BB} . Достоверная разница установлена с гомозиготным генотипом GH^{AA} (О. Н. Онищенко, Е. Н. Чернобай, А. Р. Онищенко, 2023).

2.2.4.2. Экстерьерные особенности баранчиков разных генотипов гена *GH*

Ю. А. Колосов, А. С. Дегтярь, Т. С. Романец и др. (2022) отмечают, что хозяйственная ценность и породные особенности животных связаны с экстерьером.

Развитие статей экстерьера животного зависит от взаимосвязи внутренних и внешних факторов, которые воздействуют на степень развития плода в эмбриональный и постэмбриональный периоды развития (Е. А. Лакота, О. А. Воронцова, 2023).

Экстерьер животных связан с конституциональными особенностями, определяющими тип телосложения и его направление продуктивности. Оценке экстерьера животных, селекционеры хозяйств уделяют большое внимание, от которого зависят племенные и продуктивные качества сельскохозяйственных животных (А. К. Хамзина, Д. Б. Смагулов, К. П. Хамзин и др., 2022).

По мнению Z. Akhatayeva, H. Li, C. Mao et al. (2022), процесс формирования развития организма у всех пород в овцеводстве, идет равномерно, но у специализированных пород мясной продуктивности этот процесс проходит интенсивнее. Поэтому, изучение внешних форм телосложения животного по промерам и расчету показателей телосложения, с точностью позволяет характеризовать, дальнейший рост и развитие животного.

При исследовании основных промеров телосложения баранчиков разных генотипов гена *GH* породы российский мясной меринос, установлено, что баранчики имеют хорошо сложенное телосложение, характерное для животных мясошерстного направления продуктивности (таблица 15). За весь период наблюдения коэффициент увеличения промеров с возрастом у баранчиков исследуемых генотипов отличался по промерам высоты в холке и крестце, а также обхвата пясти, но различия между генотипами были незначительные.

Таблица 15 – Промеры баранчиков разных генотипов в 4,5 и 9-ти месячном возрасте, см (n=70)

Промеры, см	Генотипы		
	GH^{AA} (n=31)	GH^{AB} (n=21)	GH^{BB} (n=18)
	M±m	M±m	M±m
4,5 месяца			
Высота в холке	57,80±0,41	58,51±0,48	58,41±0,46
Высота в крестце	59,10±0,46	59,94±0,61	59,37±0,51
Косая длина туловища	64,91±0,46*	66,73±0,62	65,60±0,56
Обхват груди	72,75±0,54	74,24±0,49	73,45±0,59
Глубина груди	25,94±0,30	26,52±0,24	26,24±0,25
Ширина груди	16,21±0,33	17,10±0,38	16,57±0,29
Обхват пясти	7,91±0,12*	8,02±0,09	7,92±0,14
9 месяца			
Высота в холке	66,09±0,44	67,07±0,51	66,71±0,49
Высота в крестце	67,04±0,53*	69,10±0,67	68,06±0,62
Косая длина туловища	72,10±0,62*	74,21±0,77	73,49±0,64
Обхват груди	98,02±0,58	101,23±0,56	99,72±0,62
Глубина груди	34,79±0,34*	35,84±0,29	35,16±0,31
Ширина груди	24,05±0,42	25,10±0,49	24,29±0,37
Обхват пясти	10,25±0,15***	10,51±0,11	10,36±0,17

Примечание: статистическая значимость различий * - $P < 0,05$; ** - $P < 0,01$; *** - $P < 0,001$ баранчиков с генотипом GH^{AB} с данными других генотипов.

Баранчики изучаемых генотипов имеют хорошо сложенное телосложение в 4,5 и 9-ти месячном возрасте, характерные для животных мясошерстного направления продуктивности.

Высота в холке и крестце зависят в основном от развития периферического отдела скелета животного. В 4,5 месячном возрасте баранчики с гетерозиготным GH^{AB} генотипом превосходили сверстников с гомозиготными GH^{AA} и GH^{BB} генотипами по высоте в холке при недостоверной разнице на 1,2 % ($P > 0,05$) и 0,2 % ($P > 0,05$), а в 9 месячном возрасте – на 1,5 % ($P > 0,05$) и 0,5 % ($P > 0,05$) соответственно.

Баранчики гетерозиготного GH^{AB} генотипа по высоте в крестце имели превосходство в 4,5 месячном возрасте над сверстниками с гомозиготными GH^{AA} и GH^{BB} генотипами на 1,4 % ($P > 0,05$) и 1,0 % ($P > 0,05$), а в 9-ти месячном возрасте превосходство было достоверным с гомозиготным GH^{AA} генотипом

на 3,1 % ($P < 0,05$) и недостоверной разницей со сверстниками с гомозиготным GH^{BB} генотипом на 1,5 % ($P > 0,05$).

Косая длина туловища, в значительной мере зависит от развития костей осевого скелета. Животные, более вытянутые, имеют высокую скорость протекания обменных процессов в организме. Данный фактор связан с более крупным размером внутренней полости и органов дыхания и пищеварения (Н. Н. Пушкарев, М. С. Сеитов, С. А. Белов и др., 2018).

Баранчики с гетерозиготным GH^{AB} генотипом в 4,5 и 9-ти месячном возрасте имели косую длину туловища – 66,73 и 74,21 см соответственно, что больше по сравнению со сверстниками гомозиготных GH^{AA} и GH^{BB} генотипов в 4,5 мес. возрасте на 2,8 % ($P < 0,05$) и 1,7 % ($P > 0,05$), и в 9-ти мес. возрасте на 2,9 % ($P < 0,05$) и 1,0 % ($P > 0,05$).

Глубина, ширина и обхват груди животных дают более наиболее полное представление о развитии грудной клетки. Высокая скорость роста осевого скелета проходит более активно в первые 4-7 месяцев жизни животного (С. К. Шауенов, Е. И. Исламов, С. Нарбаев и др., 2016).

В 4,5 месячном возрасте баранчики с гетерозиготным GH^{AB} генотипом имели преимущество над гомозиготными GH^{AA} и GH^{BB} генотипами по ширине груди с недостоверной разницей на 5,5 % ($P > 0,05$) и 3,2 % ($P > 0,05$); в 9 месячном возрасте на 4,4 % ($P > 0,05$) и 3,3 % ($P > 0,05$) соответственно. По глубине груди в 4,5 месячном возрасте превосходство составило на 2,2 % ($P > 0,05$) и 1,1 % ($P > 0,05$), в 9-ти месячном возрасте отмечалась достоверная разница с гомозиготными GH^{AA} генотипами на 3,0 % ($P < 0,05$) и недостоверная разница с генотипом GH^{BB} на 1,9 % ($P > 0,05$).

Баранчики с гетерозиготным GH^{AB} генотипом в 4,5 месячном возрасте превосходили сверстников с гомозиготными GH^{AA} и GH^{BB} генотипами по обхвату груди на 2,1 % ($P < 0,05$) и 1,1 % ($P > 0,05$) соответственно; в 9,0 месячном возрасте достоверное превосходство было над гомозиготным GH^{AA} генотипом на 3,3 % ($P < 0,001$), а с животными с гомозиготным GH^{BB} генотипом была недостоверная разница на 1,5 % ($P > 0,05$).

Обхват пясти дает более полное представление о массе костяка и непосредственно связан с конституциональной крепостью животных. Гетерозиготные баранчики GH^{AB} в 4,5 месячном возрасте превосходили животных с гомозиготным GH^{AA} генотипом по обхвату пясти на 1,4 % ($P>0,05$), а генотип GH^{BB} на 1,3 % ($P>0,05$); в 9 месячном возрасте превосходство составило на 2,5 % ($P>0,05$) и 1,5 % ($P>0,05$) соответственно.

Таким образом, во все исследуемые возрастные периоды животные с гетерозиготным GH^{AB} генотипом имели лучшее развитие статей по сравнению с гомозиготными GH^{AA} и GH^{BB} сверстниками. Достоверное превосходство животных с гетерозиготным GH^{AB} генотипом было над животными с генотипом GH^{AA} по высоте в крестце, косой длине туловища, глубине и обхвату груди. В сравнении с гомозиготным генотипом GH^{BB} по всем изучаемым промерам разница была недостоверной.

Абсолютные значения отдельно взятых промеров не дают в значительной мере, точные и достоверные значение о типе телосложения животного. В связи с этим, для построения экстерьерного профиля отдельного вида животного, необходимо производить расчет индексов телосложения (Ю. И. Герман, Е. В. Садыков, М. И. Селионова, 2019).

Благодаря изучению индексов телосложения тела животного, можно определить степень становления организма, а также провести оценку развития пропорций тела. Данные полученные о индексах телосложения, позволяют давать полное представление о развитии мясной продуктивности в овцеводстве (А. А. Al-Salihi, В. Q. Al-Saadi, N. N. Al-Anbari, 2017).

Изучение индексов телосложения по взятым промерам, позволяет судить о степени развития организма, и дает представление о продуктивной направленности отдельно взятого животного в возрастной динамике (таблица 16).

Степень развития конечностей животного в длину отражает индекс длинноногости. В 4,5 – месячном возрасте самый высокий индекс длинноногости был у баранчиков с гомозиготным GH^{AA} генотипом, которые

превосходили сверстников с генотипами GH^{AB} и GH^{BB} на 0,45 абс. % и 0,04 %, а в 9 месячном возрасте превосходство составило на 0,8 абс. % и 0,07 абс. %.

Таблица 16 – Индексы телосложения баранчиков разных генотипов в 4,5 и 9-ти месячном возрасте, % (n=70)

Индексы	Генотипы		
	GH^{AA} (n=31)	GH^{AB} (n=21)	GH^{BB} (n=18)
4,5 месяца			
Длинноногости	55,12	54,67	55,08
Растянутости	112,30	114,05	112,31
Грудной	62,49	64,48	63,15
Сбитости	112,08	111,25	111,97
Перерослости	102,25	102,44	101,64
Массивности	125,87	126,88	125,75
Костистости	13,69	13,71	13,56
9 месяца			
Длинноногости	47,36	46,56	47,29
Растянутости	109,09	110,65	110,16
Грудной	69,13	70,03	69,08
Сбитости	135,95	136,41	135,69
Перерослости	101,59	103,03	102,02
Массивности	148,31	150,93	149,48
Костистости	15,51	15,67	15,53

По индексам костистости и перерослости в 4,5 и 9-ти месячном возрасте превосходство было у животных с гетерозиготным GH^{AB} генотипом по сравнению со сверстниками с гомозиготными GH^{AA} и GH^{BB} генотипами. По индексу костистости в 4,5 месячном возрасте – на 0,02 абс. % и 0,15 абс. %, а в 9-ти месячном возрасте – на 0,16 и 0,14 абс. %. По индексу перерослости в 4,5 месячном возрасте на 0,19 и 0,8 абс. % и в 9-ти месячном возрасте 1,44 абс. % и 1,01 абс. %.

По индексу растянутости животные с гетерозиготным GH^{AB} генотипом превосходили своих сверстников с гомозиготными генотипами в 4,5 и 9-ти месячном возрасте.

Индексы грудной, массивности и сбитости наиболее полно отражают относительное развитие живой массы тела и туловища животного, которые с возрастом увеличиваются.

Животные с гетерозиготным GH^{AB} генотипом в 4,5 месячном возрасте по грудному индексу превосходили гомозиготных сверстников GH^{AA} и GH^{BB} на 2,0 и 1,33 абс. %, по индексу массивности – 1,01 и 1,13 абс. %, а по индексу сбитости уступали на 0,83 абс. % и 0,72 абс. %. В 9-ти месячном возрасте превосходство животных с гетерозиготным генотипом по грудному индексу составило 0,9 и 0,95 абс. %, массивности – 2,62 и 1,45 абс. %, сбитости – 0,46 и 0,72 абс. %.

Таким образом, анализ особенностей экстерьера в изучаемых группах показал, что в 9 месячном возрасте животные с гетерозиготным генотипом GH^{AB} отличались лучшими показателями по сравнению с гомозиготными сверстниками GH^{AA} и GH^{BB} по индексам телосложения массивности и сбитости, характеризующихся выраженностью мясных форм и большей мясной продуктивностью (О. Н. Онищенко, Е. Н. Чернобай, 2023).

2.2.4.3. Гематологические показатели баранчиков

Кровь выполняет многообразные функции, включая доставку кислорода и питательных веществ, управление температурой, регуляцию кислотно-щелочного баланса и защиту от инфекций, что обеспечивает необходимые условия для жизнедеятельности всех тканей организма. В свою очередь состав крови во многом зависит как от состояния организма в целом, так и отдельных его органов, и тканей (Скрипкин В.С., Плетенцова А.С., Цымбал И.Ю и др., 2018, J. Johns, M. Heller, 2021).

Изучая гематологический профиль животного, можно дать оценку физиологического состояния организма (M. L. Lephherd, P. J. Canfield, G. V. Hunt et al. 2009).

Активный и длительный моцион у овец увеличивает количество кислорода, которое поступает в ткани организма животного через кровоток, что в свою очередь приводит к более интенсивному производству красных клеток в костном мозге - эритроцитов и повышенному синтезу гемоглобина - белка, отвечающего за перенос кислорода в крови. Таким образом, мышцы

требуют большего количества кислорода для своей работы, что стимулирует образование новых эритроцитов и гемоглобиновой массы (Л. В. Ольховская, 2013).

Гематологические показатели баранчиков представлены в таблице 17. Данные, полученные в ходе исследования, свидетельствуют о том, что показатели находятся в пределах физиологической нормы.

Таблица 17 – Гематологический профиль крови баранчиков разных генотипов

Показатель	Генотипы			Референтные значения
	GH^{AA} (n=31)	GH^{AB} (n=21)	GH^{BB} (n=18)	
Гемоглобин, г/л	103,33±2,51***	116,73±2,38	109,88±2,83	80-160
Эритроциты, $\times 10^{12}/л$	9,82±0,05***	10,53±0,12	10,41±0,19	8-15
Гематокрит, %	0,29±0,01	0,32±0,01	0,31±0,01	0,24-0,49
Тромбоциты, $\times 10^9/л$	403,47±20,39	445,62±16,30	439,19±14,48	300-800
Фибриноген, г/л	3,57±0,07	3,67±0,10	3,48±0,20	1-5
Лейкоциты, $\times 10^9/л$	7,86±0,06***	8,97±0,04	8,00±0,01***	4-12
Лейкоформула (%)				
Базофилы	0,36±0,01	0,37±0,01	0,37±0,02	0,30-0,80
Эозинофилы	2,88±0,15	2,89±0,14	2,86±0,23	(0-12)
Нейтрофилы	26,03±0,16	26,62±0,24	22,83±0,16	15-55
Лимфоциты	65,51±0,52	64,94±0,70	68,64±1,23	40-75
Моноциты	5,22±0,12	5,18±0,19	5,30±0,33	0,1-6,0

Примечание: статистическая значимость различий * - $P < 0,05$; ** - $P < 0,01$; *** - $P < 0,001$ баранчиков с генотипом GH^{AB} с данными других генотипов.

Нашими исследованиями установлено, что по количеству эритроцитов баранчики с гетерозиготным GH^{AB} генотипом имели преимущество над гомозиготными сверстниками GH^{AA} соответственно на 7,2 % ($P < 0,001$) и GH^{BB} 1,2 % ($P > 0,05$).

В. В. Абонеев, С. Н. Шумаенко, Л. Н. Скорых (2015), утверждают, что интенсивность окислительно-восстановительных процессов в организме во многом определяется уровнем гемоглобина в эритроцитах.

Действительно, осуществление функций дыхания в организме животного является крайне важной задачей для поддержания жизнеобеспечения. Гемоглобин является основным соединением,

ответственным за транспортировку кислорода из легких к тканям тела организма и поэтому снижение уровня гемоглобина ниже физиологического порога может привести к развитию различным патологическим состояниям в виде различных форм анемии (Y. Arzik, M. Kizilaslan, S. N. White et al. 2022).

В наших исследованиях количество гемоглобина в крови животных было в пределах физиологической нормы, но между генотипами наблюдались отличия. Установлено, преимущество гетерозиготных GH^{AB} баранчиков, по сравнению с гомозиготными сверстниками GH^{AA} и GH^{BB} на 13,0 % ($P < 0,001$) и 6,2 % ($P > 0,05$) соответственно, что вероятно отразилось на сохранности животных к отъему и их росте и развитии.

Основная функция, выполняемая тромбоцитами - предупреждение и остановка кровотечений в местах повреждения сосуда.

Нами выявлена определенная межгенотипная особенность, где гетерозиготные GH^{AB} особи по количеству тромбоцитов имели превосходство над гомозиготными сверстниками GH^{AA} , GH^{BB} на 10,5 % ($P > 0,05$) и 1,5 % ($P > 0,05$) соответственно.

Показатель гематокрита выражает процентное содержание форменных элементов в единице объема крови. У исследуемых животных разных генотипов по данному показателю, существенных различий не отмечалось и находилось в пределах физиологической нормы, а вариация составила от 0,29 до 0,32 %.

Фибриноген является источником фибрина, который обеспечивает образования сгустка крови. Высокая концентрация фибриногена была у баранчиков гетерозиготного GH^{AB} по сравнению с баранчиками генотипов GH^{AA} GH^{BB} с выявленной недостоверной разницей на 2,8 % ($P > 0,05$) и 5,5 % ($P > 0,05$).

Содержание лейкоцитов в крови баранчиков с гетерозиготным GH^{AB} генотипом было больше по сравнению с гомозиготными GH^{AA} и GH^{BB} генотипами с высокой достоверной разницей на 14,1 % ($P < 0,001$) и 12,1 %

($P < 0,001$), что свидетельствует об активизации окислительно-восстановительных процессов в организме животного.

Н. В. Широкова, А. Н. Карабиневский (2014) сообщали, что лейкоцитарная формула представляет собой процентное соотношение белых кровяных телец-лейкоцитов. При диагностике, количество нейтрофилов отражает наличие воспалительных и инвазивных течений в организме животного, что позволяет оценить его способность бороться, в частности, с бактериальными инфекциями.

В нашем случае, вариабельность нейтрофилов у баранчиков была в пределах референтных значений и находилась от 22,83 % до 26,62 %. По количеству базофилов и эозинофилов различия между группами были незначительными в пользу животных с гетерозиготным GH^{AB} генотипом.

Н. В. Сергеева, В. А. Погодаев (2018), утверждали, что лимфоциты являются клетками иммунной системы, на которую возложены функции приобретенного иммунитета, а моноциты выполняют вторичную защиту, обеспечивая стойкий иммунитет к той или иной инфекции.

Результаты наших исследований, свидетельствуют, что количество, лимфоцитов было больше у баранчиков гомозиготного GH^{BB} генотипа, по сравнению со сверстниками гомозиготными GH^{AA} достоверно на 4,8 % ($P < 0,05$) и гетерозиготного GH^{AB} на 5,7 % ($P < 0,05$), а количество моноцитов находилось в пределах нормы на одном уровне.

Наши результаты подтверждаются исследованиями А.В. Молчанова, К.В. Склярской, К.А. Егоровой и др. (2023), которые утверждали, что животные, имеющие лучшие гематологические показатели, отличались более высокой мясной продуктивностью, что связано с интенсивными окислительно-восстановительными обменными процессами в организме животных.

В результате проведенного исследования установлено, что гематологические показатели изучаемых баранчиков разных генотипов гена GH , находились в пределах физиологической нормы, что подтверждает

генетически заложенный высокий адаптационный потенциал животных. Гетерозиготные баранчики GH^{AB} генотипа отличались лучшими гематологическими показателями, что свидетельствует об интенсивности обменных процессов в организме и находит свое отражение при формировании продуктивности животных (О. Н. Онищенко, А. Р. Онищенко, 2023).

2.2.4.4. Биохимические показатели крови и уровень естественной резистентности баранчиков

Кровь играет в организме исключительно важную роль. Она представляет собой внутреннюю среду, которая влияет на развитие и жизнедеятельность организма, отражает как общее устройство организма, его конституциональные особенности, так и физиологическое состояние, связанное с отправлением жизненных функций и условиями содержания и кормления (А. С. Тенлибаева, 2012; В. В. Светлов, А. Ю. Саенко, А. В. Молчанов и др., 2023).

Биохимический состав крови связан с обменом веществ и окислительно-восстановительными процессами в организме животного (Б. Б. Траисов, И. С. Бейшова, Ю. А. Юлдашбаев и др., 2022). Биохимический состав крови животных зависит от породных особенностей животных (А. Fadare, S. Peters, A. Yakubu et al., 2013). Участвуя в обеспечении гормональной регуляции и равновесия электролитов в организме, кровь имеет определённую связь с продуктивностью и жизнеспособностью животных (А. С. Алайчиев, 2016).

С целью изучения биохимических показателей крови баранчиков, пробы отбирались утром перед кормлением. Результаты исследований показали, что все биохимические показатели крови баранчиков изучаемых генотипов были в пределах физиологических норм (таблица 18).

Креатинин является конечным продуктом обмена веществ. Он участвует в энергетическом обмене мышечной и других тканей (В. П. Лушников, И. А. Сазонова, С. В. Шпуль, 2013).

Установлено, что у баранчиков с гетерозиготным GH^{AB} генотипом креатинина в сыворотке крови было больше по сравнению со сверстниками имеющих гомозиготный GH^{AA} генотип с достоверной разницей на 6,1 % ($P < 0,05$) и с генотипом GH^{BB} отмечалась недостоверная разница 3,3 % ($P > 0,05$), что связываем с более интенсивным энергетическим обменом в организме баранчиков гетерозиготного генотипа, которые имели лучшее развитие.

Таблица 18 – Биохимические показатели крови баранчиков разных генотипов

Показатель	Генотипы			Референтные значения
	GH^{AA} (n=31)	GH^{AB} (n=21)	GH^{BB} (n=18)	
Щелочная фосфатаза, У/л	293,95±7,84	220,77±6,23	275,83±13,13	68-387
Мочевина, мм/л	7,32±0,13***	8,57±0,20	7,63±0,27**	(6,4-11)
Креатинин, мкм/л	114,72±2,49	121,69±1,17	117,78±2,82	101-168
Холестерин общий, мм/л	2,61±0,07***	1,91±0,10	2,59±0,11***	1,3-3,6
Билирубин общий, мкмоль/л	2,03±0,07	2,04±0,05	1,90±0,10	1,7-7,0
Кальций, мкмоль/л	2,63±0,03***	2,84±0,03	2,67±0,06*	2,6-3,25
Глюкоза, ммоль/л	3,26±0,07***	3,91±0,10	3,10±0,11***	2,8-4,4
Железо, мкм/л	34,26±0,53*	36,24±0,56	34,79±0,72	30-40
Фосфор неорганический, мкм/л	1,57±0,04	2,01±0,01	1,98±0,03	1,6-2,4
Калий, ммоль/л	4,98±0,10***	5,46±0,09	4,99±0,18*	4,0-6,0
Натрий, ммоль/л	136,44±0,66	136,96±0,73	135,44±0,67	136-154

Примечание: статистическая значимость различий * - $P < 0,05$; ** - $P < 0,01$; *** - $P < 0,001$ баранчиков с генотипом GH^{AB} с данными других генотипов.

Мочевину в сыворотке крови определяют с целью контроля функционирования почек, она участвует в белковом обмене организма обезвреживая аммиак в процессе синтеза (А. С. Алайчиев, 2016).

В нашем опыте уровень мочевины у животных с гетерозиготным GH^{AB} генотипом был больше, по сравнению с гомозиготными GH^{AA} и GH^{BB} генотипами с достоверной разницей на 17,1 % ($P < 0,001$) и на 12,3 % ($P < 0,01$). Значительное повышение мочевины в пределах физиологической нормы свидетельствует о том, что в рубце баранчиков гетерозиготного GH^{AB} генотипа

происходит высокая гидролизация протеина до аминокислот, что обеспечивает лучшую конверсию корма и свидетельствует об эффективности откорма данных животных.

К одному из основных липидных компонентов крови относится холестерин, который был ниже у гетерозиготного генотипа GH^{AB} по сравнению с гомозиготными GH^{AA} и GH^{BB} генотипами с высокой достоверной разницей на 26,8 % ($P < 0,001$) и на 26,3 % ($P < 0,001$), что свидетельствует об интенсивности обмена веществ, высокой потребности в энергии у быстрорастущих баранчиков гетерозиготного генотипа. Данное явление сопровождается высокими темпами роста живой массы.

По нашим данным уровень содержания глюкозы в 4,5-месячном возрасте у баранчиков гетерозиготного GH^{AB} генотипа составил 3,91 ммоль/л, что больше по сравнению с гомозиготными GH^{AA} и GH^{BB} генотипами на 19,9 % ($P < 0,001$) и 26,1 % ($P < 0,001$) соответственно, что свидетельствует об интенсивном уровне углеводного обмена у животных с более высокой живой массой.

Основным компонентом гемоглобина является железо, поэтому снижение данного показателя отвечает за нарушение метаболизма эритроцитов. Уровень железа у баранчиков с гетерозиготным генотипом был выше по сравнению со сверстниками с гомозиготными генотипами GH^{AA} и GH^{BB} на 5,8 % ($P < 0,05$) и 4,2 % ($P > 0,05$).

По уровню кальция в сыворотке крови животные с гетерозиготным GH^{AB} генотипом превосходили гомозиготных сверстников GH^{AA} и GH^{BB} с достоверной разницей составило на 8,0 % ($P < 0,001$) и 6,4 % ($P < 0,05$), а по уровню калия соответственно с достоверной разницей на 9,6 % ($P < 0,001$) и 9,4 % ($P < 0,05$) соответственно. Данные минеральные вещества принимают участие в поддержании нормального водного баланса, обеспечивают кислотно-щелочное равновесие, нормализуют нервно-мышечную возбудимость, проводимость нервных импульсов и т. д. Также они влияют на

ферментативную активность, защитные функции живого организма и участвуют почти во всех жизненно важных процессах.

Рост и развитие животных, увеличение мышечной массы, зависит от уровня содержания в скелетной мускулатуре аспартатаминотрансферазы (АСТ) и аланинаминотрансферазы (АЛТ) (таблица 19).

Таблица 19 – Ферментативная активность крови баранчиков разных генотипов в 4,5 мес.

Генотипы	Показатель	
	АСТ, МЕ/л	АЛТ, МЕ/л
GH^{AA} (n=31)	96,57±1,51***	17,25±1,27
GH^{AB} (n=21)	117,33±2,64	19,03±1,28
GH^{BB} (n=18)	113,85±2,89	18,78±1,40
Референтные значения	98-278	15-44

Примечание: статистическая значимость различий * - $P<0,05$; ** - $P<0,01$; *** - $P<0,001$ баранчиков с генотипом GH^{AB} с данными других генотипов.

Анализ полученных данных свидетельствует, что в крови баранчиков гетерозиготного GH^{AB} генотипа установлена самая высокая концентрация ферментов АСТ и АЛТ по сравнению со сверстниками имеющих гомозиготные генотипы GH^{AA} и GH^{BB} .

Баранчики с гетерозиготным GH^{AB} генотипом по уровню ферментативной активности аспартатаминотрансферазы имели превосходство, по сравнению со сверстниками с гомозиготным GH^{AA} генотипом с достоверной разницей на 21,5 % ($P<0,001$), и генотипом GH^{BB} на 3,1 % ($P>0,05$), а по аланинаминотрансферазе соответственно на 10,3 % ($P>0,05$) и на 1,3 % ($P>0,05$), что обеспечивает интенсивность обменных процессов и трансформацию корма к системам и органам, ответственным за продуктивность.

А. А. Омаров, Л. Н. Скорых, Е. В. Никитенко (2014), отмечают, что основной составной частью крови являются белки, которые выполняют определенную роль в течении физиологических процессов. Следует отметить, что по содержанию белка в сыворотке крови, по соотношению альбуминовых и глобулиновых фракций можно в определённой степени судить об уровне мясной продуктивности овец в раннем онтогенезе.

Альбуминовая и глобулиновая фракции белка, участвуя в сложных биохимических превращениях и являясь важным обменным материалом, находятся в функциональной связи с формированием продуктивности, т.е. служат дополнительным критерием оценки продуктивных качеств животных (Б. Б. Траисов, И. С. Бейшова, Ю. А. Юлдашбаев и др. 2022).

Нашими исследованиями установлено, что содержание общего белка и его фракций в сыворотке крови баранчиков в зависимости от генотипа гена *GH* находились в пределах физиологических норм, но генотипы имели некоторые различия (таблица 20).

Таблица 20 – Уровень общего белка и его фракций в сыворотке крови баранчиков разных генотипов в 4,5 мес.

Показатель		Генотипы			Референтные значения
		<i>GH^{AA}</i> (n=31)	<i>GH^{AB}</i> (n=21)	<i>GH^{BB}</i> (n=18)	
Общий белок, г/л		62,72±0,20***	67,44±0,23	65,95±0,25***	60-79
Альбумин, г/л		25,18±0,23***	26,34±0,19	25,84±0,32	24-39
Глобулины, г/л	Общее кол-во	37,54±0,06***	41,10±0,11	40,11±0,12***	35-57
	α	13,07±0,06***	13,53±0,10	13,26±0,07*	13-20
	β	7,31±0,05	7,48±0,09	7,29±0,08	7-11
	γ	17,16±0,09***	20,09±0,14	19,56±0,22*	20-46

Примечание: статистическая значимость различий * - $P<0,05$; ** - $P<0,01$; *** - $P<0,001$ баранчиков с генотипом *GH^{AB}* с данными других генотипов.

Содержание общего белка в сыворотке крови гетерозиготных баранчиков *GH^{AB}* было больше по сравнению со сверстниками с гомозиготными *GH^{AA}* и *GH^{BB}* генотипами с высокой достоверной разницей на 7,5 % ($P<0,001$) и 2,3 % ($P<0,001$). Выявлено, что концентрация альбуминов была выше у баранчиков с гетерозиготным *GH^{AB}* генотипом по сравнению с гомозиготными *GH^{AA}* и *GH^{BB}* сверстниками на 4,6 % ($P<0,001$) и 1,9 % ($P>0,05$).

Наши результаты исследований подтверждаются автором Е. А. Ганзенко (2015), который установил, что баранчики с лучшими ростом и развитием превосходили по содержанию альбуминов в сыворотке крови на 12,8 % ($P<0,01$).

В. И. Косилов, Е. А. Никонова, М. Б. Каласов и др. (2014), утверждают, что продуктивность, жизнеспособность молодняка овец и защитные силы организма, зависят от белков глобулиновой фракции, участвующих в иммунных процессах.

Баранчики с гетерозиготным GH^{AB} генотипом по общему количеству глобулинов в сыворотке крови превосходили сверстников с гомозиготными GH^{AA} и GH^{BB} генотипами с достоверной разницей на 9,5 % ($P<0,001$) и 2,5 % ($P<0,001$).

Также, установлено, что баранчики с гетерозиготным GH^{AB} генотипом превосходили сверстников с гомозиготными GH^{AA} и GH^{BB} генотипами по α -глобулиновой фракции крови с достоверной разницей на 3,5 % ($P<0,001$) и 2,0 % ($P<0,05$), по β - глобулиновой фракции - с недостоверной разницей на 2,3 % и 2,6 %, по γ - глобулиновой фракции с достоверной разницей на 17,1 % ($P<0,001$) и 2,7 % ($P<0,05$) соответственно, что подтверждают интенсивность обменных процессов в организме и указывают на особенности животных по гену GH .

П. С. Остапчук, О. Н. Постникова, Д. В. Зубоченко и др. (2023), сообщают, что адаптация животных и состояние здоровья зависит от гуморальных факторов защиты, а именно от бактерицидной и лизоцимной активности сыворотки крови.

Животные с гетерозиготным GH^{AB} генотипом по показателям естественной резистентности (БАСК и ЛАСК) в 4,5 месячном возрасте, имели превосходство над сверстниками с гомозиготными GH^{AA} и GH^{BB} генотипами, которые представлены в таблице 21.

Таблица 21 –Показатели неспецифической резистентности баранчиков разных генотипов

Генотипы	Показатель	
	БАСК, %	ЛАСК, %
GH^{AA} (n=31)	38,72±0,28***	27,12±0,34***
GH^{AB} (n=21)	42,61±0,37	31,26±0,41
GH^{BB} (n=18)	40,66±0,21***	29,17±0,38***

Примечание: статистическая значимость различий * - $P<0,05$; ** - $P<0,01$; *** - $P<0,001$ баранчиков с генотипом GH^{AB} с данными других генотипов.

По бактерицидной активности сыворотки крови баранчики с гетерозиготным GH^{AB} генотипом превосходили сверстников с гомозиготными GH^{AA} и GH^{BB} генотипами с высокой достоверностью на 10,1 % ($P < 0,001$) и 4,8 % ($P < 0,001$).

Лизоцимная активность сыворотки крови связана с расщеплением высокомолекулярных углеводов, из которых состоят микробные тела и активируют защитные силы организма. Так, баранчики с гетерозиготным GH^{AB} генотипом по ЛАСК превосходили сверстников с гомозиготными GH^{AA} и GH^{BB} генотипами на 15,3 % ($P < 0,001$) и 7,2 % ($P < 0,001$) соответственно.

Таким образом, лучшими гематологическими и биохимическими показателями крови характеризовались баранчики породы российский мясной меринос имеющих гетерозиготный GH^{AB} генотип, что свидетельствует о более высоком уровне их энергетического и белкового обмена, которые отличались высокой живой массой и лучшей адаптационной способностью.

2.2.4.5. Взаимосвязь полиморфизма гена GH с показателями мясной продуктивности

2.2.4.5.1. Убойные и мясные качества

Производители мясной продукции все больше уделяют внимание качеству мяса, поскольку объемы производства продолжают увеличиваться, а мясо является важным источником животного белка (D. N. Veerman, T. F. Noglio, 2019).

На мясную продуктивность животных огромное влияние оказывают генетические и фенотипические факторы (Т. Э. Щугорева, А. Ч. Гаглоев, А. Н. Негреева, 2020), порода, происхождение, условия кормления и содержания, индивидуальные особенности животных, общее состояние организма, возраст животных, упитанность (R. Talebi, M. R. Ghaffari, M. Zeinalabedini et al., 2022), живая масса, абсолютные и среднесуточные приросты, особенности экстерьера и конституции, убойный выход, и экономическая эффективность (М. Э. Карабаева, Н. А. Колотова, 2015).

При проведении контрольного убоя устанавливается степень роста и развития, а также биологические породные особенности животных (R. Suleman, Z. Wang, R. M Aadil et al., 2020; Л. Н. Скорых, Н. С. Сафонова, Н. И. Ефимова, 2022).

Рентабельность тонкорунного овцеводства в настоящее время складывается в большей степени от получения скороспелой баранины, т. к. она занимает 75 % от реализации всей получаемой продукции (М. В. Забелина, В. П. Лушников, Е. А. Павлова, 2004). Поэтому, нашей задачей, являлось изучить мясные качества овец породы российский мясной меринос в зависимости от полиморфизма гена *GH*.

Исследованиями установлено влияние полиморфизма гена *GH* на мясную продуктивность баранчиков. Животные с генотипом GH^{AB} отличались лучшими убойными качествами по сравнению с гомозиготными сверстниками GH^{AA} и GH^{BB} (таблица 22).

Таблица 22 – Мясная продуктивность баранчиков разных генотипов гена *GH*

Показатель	Единица измерения	Генотип		
		GH^{AA} (n=3)	GH^{AB} (n=3)	GH^{BB} (n=3)
Живая масса до голодной выдержки	кг	52,40±0,14	56,06±0,63	54,37±0,71
Живая масса перед убоем	кг	49,45±0,15**	52,95±0,67	51,25±0,64
Масса парной туши	кг	20,72±0,11**	22,93±0,36	21,90±0,41
Масса внутреннего жира	г	1223±0,01***	1421±0,03***	1325±0,04
Убойная масса	кг	21,94±0,12**	24,36±0,39	23,22±0,44
Убойный выход	%	44,3	46,0	45,3

Примечание: статистическая значимость различий * - $P<0,05$; ** - $P<0,01$; *** - $P<0,001$ баранчиков с генотипом GH^{AB} с данными других генотипов.

Анализ данных, полученных в результате проведенного контрольного убоя, показывает, что гетерозиготные баранчики GH^{AB} генотипа превосходят гомозиготных GH^{AA} и GH^{BB} сверстников по предубойной массе с достоверной разницей на 7,1 ($P<0,01$) и недостоверной на 3,3 % ($P>0,05$), по убойной массе на 11,0 % ($P<0,01$) и 4,9 % ($P>0,05$), по массе парной туши – на 10,7 % ($P<0,01$) и 4,7 % ($P>0,05$), по массе внутреннего жира – 16,1 % ($P<0,001$) и 7,3 % ($P<0,001$), убойному выходу – на 1,7 и 0,7 абс. %.

Полученные результаты согласуются с данными авторов Л. Н. Скорых, И. О. Фомина, Д. В. Коваленко и др. (2022), которыми установлено, преимущество носительниц *AB* и *BB* генотипов над животными *AA* по живой массе перед убоем на 2,9 и 3,5 % и убойной массе на 6,3 и 7,3 %.

Таким образом, выявлена взаимосвязь полиморфизма гена *GH* с показателями мясной продуктивностью у овец породы российский мясной меринос, где гетерозиготный *GH^{AB}* генотип отличался лучшими убойными качествами.

2.2.4.5.2. Гистологический анализ длиннейшей мышцы спины

На качество мясного сырья оказывает влияние, породная принадлежность и происхождение животных, возраст, пол, технологии содержания и кормления, упитанность (С. Ш. Мамаев, Т. С. Кубатбеков, З. А. Галиева, 2014).

Оценка качества мясного сырья на микроструктурном уровне, включает изучение количества и диаметра мышечных волокон, «мраморность мяса», содержание соединительной ткани и т.д. (И. В. Созинова, Ю. М. Малофеев, 2015).

У овец разного направления продуктивности жир откладывается между мышечными волокнами, образуя «мраморность». Под «мраморностью мяса» понимают наличие внутримышечных жировых прослоек, которые создают определенный «мраморный» вид мяса, и определяют процентное соотношение мышечной, жировой и соединительной тканей. Изучение микроструктуры длиннейшей мышцы спины при гистологическом анализе, позволяет дать объективную оценку качества мяса (И. И. Дмитрик, Г. В. Завгородняя, Е. П. Берлова, 2010; В. А. Погодаев, Н. В. Сергеева, И. И. Дмитрик, 2018).

С этой целью, мы изучили микроструктурный анализ длиннейшей мышцы спины баранчиков, который представлен в таблице 23.

Таблица 23 – Микроструктурный анализ длиннейшего мускула спины баранчиков по гену *GH*

Генотип	Показатель			
	Количество мышечных волокон, шт.	Диаметр мышечного волокна, мкм	Общая оценка «мраморности» балл	Содержание соединительной ткани, %
<i>GH^{AA}</i> (n=3)	391,11±3,12	32,14±0,48	38,19±1,02	8,8±0,19
<i>GH^{AB}</i> (n=3)	428,89±1,24	26,62±0,64	34,10±1,27	8,0±0,22
<i>GH^{BB}</i> (n=3)	414,67±2,61	30,82±0,37	37,04±1,13	8,8±0,26

По данным, проведенных гистологических исследований, заметна взаимозависимость диаметра мышечных волокон с мраморностью мяса. Так, у баранчиков гетерозиготного *GH^{AB}* генотипа диаметр мышечных волокон был меньше на 17,2 и 13,6 %, в сравнении с гомозиготными *GH^{AA}* и *GH^{BB}*. Чем меньше диаметр мышечного волокна, соответственно, больше количество мышечных волокон в мускульном пучке, так у гетерозиготного *GH^{AB}* генотипа на 9,7 и 3,4 % больше по сравнению с гомозиготными *GH^{AA}* и *GH^{BB}* генотипами. Наблюдался меньший процент содержания соединительной ткани в мышечном пучке на 0,8 абс. % в обоих случаях (О. Н. Онищенко, И. И. Дмитрик, А. Р. Онищенко и др., 2024).

На рисунках 4, 5 и 6 представлены гистосрезы мышечной ткани длиннейшей мышцы спины баранчиков разных генотипов.

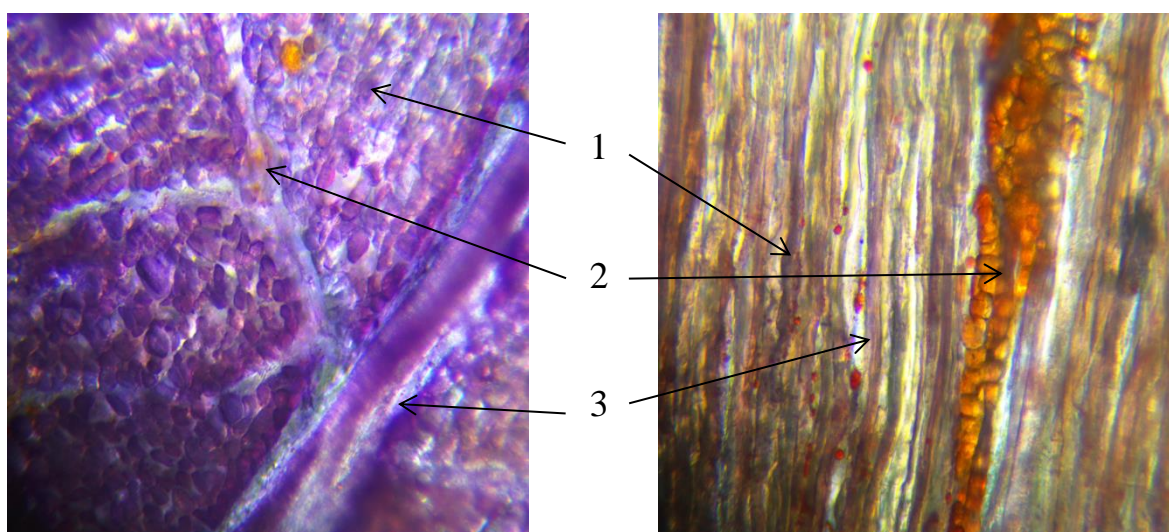


Рисунок 4 – Гистосрез мышечной ткани длиннейшей мышцы спины баранчиков породы российский мясной меринос гетерозиготного *GH^{AB}* генотипа: 1 – диаметр мышечных волокон; 2 – жировая ткань; 3 – соединительная ткань (Лактурет) (окраска гематоксилин-эозин, увел. × 500)

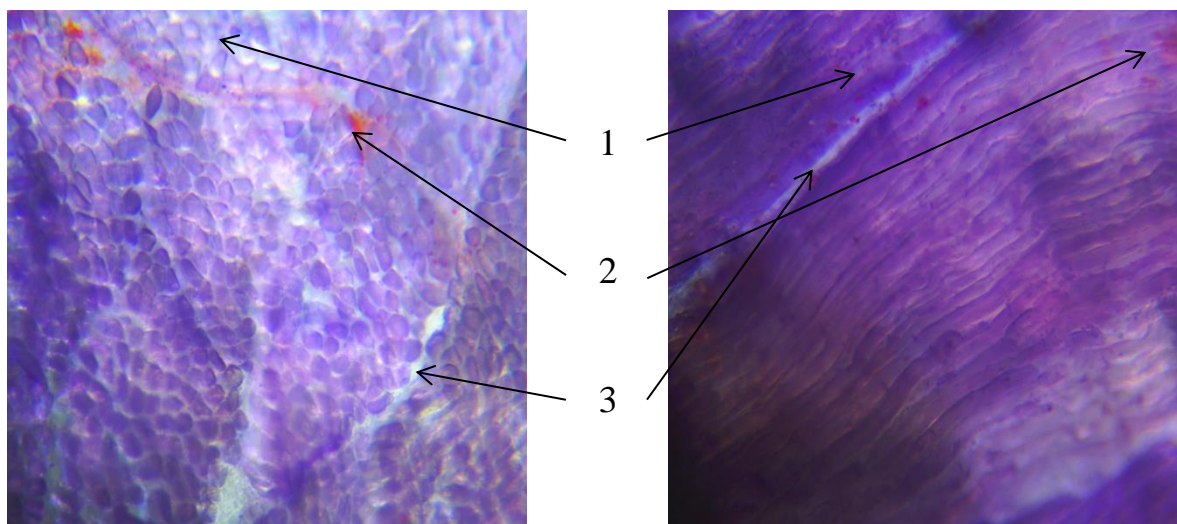


Рисунок 5 – Гистосрез мышечной ткани длиннейшей мышцы спины баранчиков породы российский мясной меринос гомозиготного GH^{BB} генотипа: 1 – диаметр мышечных волокон; 2 – жировая ткань; 3 – соединительная ткань (окраска гематоксилин-эозин, увел. $\times 500$)

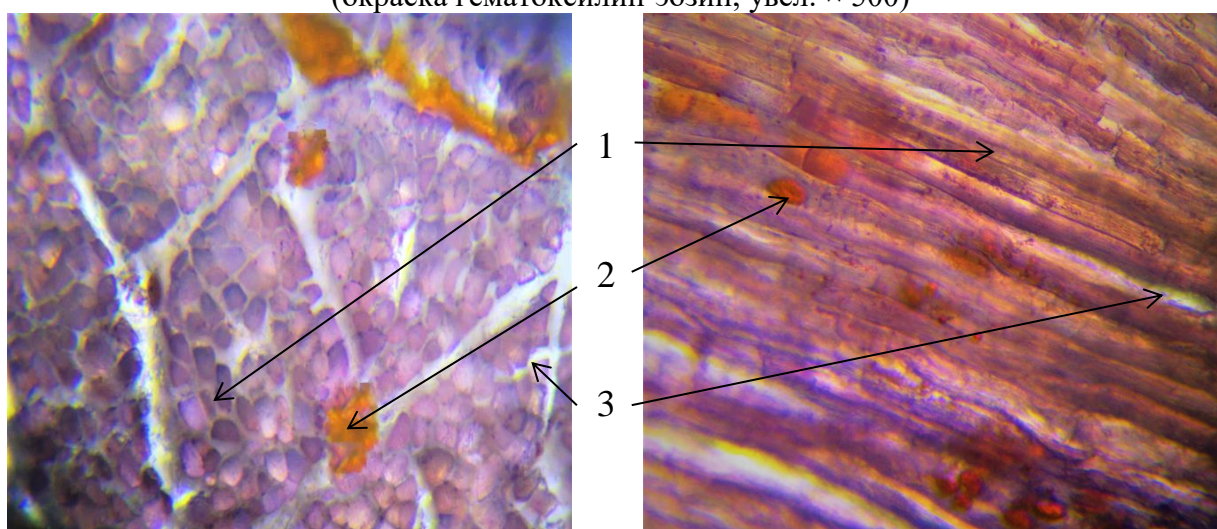


Рисунок 6 – Гистосрез мышечной ткани длиннейшей мышцы спины баранчиков породы российский мясной меринос гомозиготного GH^{AA} генотипа: 1 – диаметр мышечных волокон; 2 – жировая ткань; 3 – соединительная ткань (окраска гематоксилин-эозин, увел. $\times 500$)

Данная тенденция отразилась на оценке мраморности мяса, которую определяют по запатентованной Шкале гистологической оценки «мраморности» длиннейшего мускула спины у животных (И. И. Дмитрик, Г. В. Завгородняя, Е. П. Берлова, 2012). Она варьировала в пределах балльных норм для мяса-баранины, больше или равной 30-38 баллов.

В нашем случае, все животные, участвующие в опыте, отличаются в зависимости от генотипа. Однако, как показывают данные проведенных

исследований, количественные показатели (количество/диаметр мышечных волокон и процентный показатель содержания в мясе соединительной ткани) гетерозиготные GH^{AB} баранчики превосходят комплексно гомозиготных GH^{BB} и GH^{AA} .

Таким образом, установлена взаимосвязь полиморфизма гена GH с качеством мышечной ткани при микроструктурном анализе баранчиков разных генотипов, где баранчики с гетерозиготным GH^{AB} генотипом отличались лучшими качественными показателями по сравнению со сверстниками гомозиготными GH^{AA} и GH^{BB} генотипами.

2.2.4.5.3. Морфологический и сортовой состав туш баранчиков разных генотипов

Породная принадлежность и фенотипические особенности играют огромную роль в формировании мясной продуктивности овец. Современные методы базируются на использовании ДНК – маркеров, с помощью которых можно прогнозировать мясную продуктивность, а также достигнуть существенного увеличения темпов роста и развития животного (S. I. Mortimer, N. M. Fogarty, J. H. J. Van der Werf et al., 2018).

Генетическая селекция на сегодняшний день уже позволила увеличить мускулатуру, а соответственно массу туши и выход мышечной ткани (А. М. Давлетова, Б. Б. Траисов, К. Г. Есенгалиев и др., 2018).

При изучении возрастной динамики морфологического состава съедобных частей туш различных пород овец В. Е. Никитченко, Д. В. Никитченко (2008) пришли к выводу, что в период роста животного увеличивается не только его живая масса, но изменяется состав тела.

К показателям пищевой ценности баранины относят сортовой и морфологический составы туш. Следует отметить, что при одинаковой убойной массе сортовой и морфологический состав туш не всегда бывает одинаковым. Соотношение массы различных сортов, массы мякоти и массы

костей устанавливаются непосредственно при сортовой разрубке и обвалке туш (С. И. Гайдашов, А. А. Омаров, 2019).

Морфологический состав туши включает сортовой разруб туш, соотношение съедобных и несъедобных частей туши, т. е. мякоти и костей (В. П. Лушников, И. Ю. Суржанская, В. И. Криштафович и др., 2008; Е. С. Малышева, Н. М. Бессонова, 2016).

Важным и перспективным является изучение особенностей формирования мясной продуктивности молодняка овец породы российский мясной меринос. Поэтому, наши исследования были направлены на изучение морфологического состава туш баранчиков разных генотипов гена *GH* (таблица 24).

Таблица 24 – Сортовой и морфологический состав туш баранчиков разных генотипов по гену *GH*

Показатель	Единица измерения	Генотип		
		<i>GH^{AA}</i> (n=3)	<i>GH^{AB}</i> (n=3)	<i>GH^{BB}</i> (n=3)
Масса охлажденной туши	кг	20,56±0,17**	22,69±0,29	21,71±0,09*
Выход отрубов по сортам	I	89,4	91,2	89,7
	II	10,6	8,8	10,3
Масса мякоти	кг	15,56±0,12*	17,45±0,32	16,54±0,19
Выход мякоти	%	75,7	76,9	76,2
Масса костей	кг	5,00±0,07	5,24±0,04	5,17±0,05
Выход костей	%	24,3	23,1	23,8
Коэффициент мясности	-	3,11	3,33	3,20

Примечание: статистическая значимость различий * - $P < 0,05$; ** - $P < 0,01$; *** - $P < 0,001$ баранчиков с генотипом *GH^{AB}* с данными других генотипов.

В результате проведенного сортового разруба установлено, что по массе охлажденной туши баранчики гетерозиготного *GH^{AB}* генотипа достоверно превосходили гомозиготные *GH^{AA}* и *GH^{BB}* генотипы на 10,4 % ($P < 0,01$) и 4,5 % ($P < 0,05$). По массе мякоти баранчики с гетерозиготным *GH^{AB}* генотипом превосходили сверстников с гомозиготными *GH^{AA}* и *GH^{BB}* генотипами с достоверной разницей на 12,2 % ($P < 0,05$) и недостоверной на 5,5 % ($P > 0,05$) соответственно. По массе костей между исследуемыми генотипами была недостоверная разница, в пользу баранчиков с генотипом *GH^{AB}* по отношению к гомозиготным *GH^{AA}* и *GH^{BB}* на 4,8 % ($P > 0,05$) и 1,4 % ($P > 0,05$).

По выходу отрубов 1 сорта превосходство было у гетерозиготного GH^{AB} (91,2 %), по сравнению со сверстниками с гомозиготными GH^{AA} и GH^{BB} генотипами на 1,8 и 1,5 абс. %.

При изучении коэффициента мясности после обвалки туш баранчиков разных генотипов, следует отметить, что самый высокий коэффициент мясности 3,33 имели гетерозиготные GH^{AB} баранчики, что выше гомозиготных сверстников GH^{AA} и GH^{BB} соответственно на 0,22 и 0,13 ед, что подтверждает лучшие их рост и развитие.

По развитию внутренних органов животных, можно судить о их продуктивности (В. Г. Двалишвили, Ч. М. Опакай, 2018).

Исследованиями Л. Н. Скорых, Н. С. Сафоновой, Н. И. Ефимовой (2022), установлено, что овцы породы советский меринос с гетерозиготным GH^{CT} генотипом характеризовались лучшим развитием внутренних органов, по сравнению с гомозиготными GH^{CC} и GH^{TT} генотипами.

Анализ результатов оценки развития внутренних органов баранчиков по гену GH показал, что особи GH^{AB} и GH^{BB} генотипов отличались лучшим их развитием по сравнению со сверстниками имеющие GH^{AA} генотип (таблица 25).

Таблица 25 – Морфологические показатели внутренних органов баранчиков разных генотипов по гену GH

Показатель	Ед. изм.	Генотип		
		GH^{AA} (n=3)	GH^{AB} (n=3)	GH^{BB} (n=3)
Живая масса перед убоем	кг	49,45±0,15	52,95±0,67	51,25±0,64
Убойная масса	кг	21,94±0,12	24,36±0,39	23,22±0,44
Убойный выход туши	%	44,3	46	45,3
Масса вытекшей крови	г	2186±3,71***	2388±5,78	2301±3,21***
	%	4,42	4,51	4,49
Масса сердца	г	292±2,31*	318±4,62	302±4,06
	%	0,59	0,60	0,59
Масса легких с трахеей	г	851±2,42***	942±2,19	907±2,57**
	%	1,72	1,78	1,77
Масса селезенки	г	158±9,21	191±6,79	179±8,53
	%	0,32	0,36	0,35
Масса печени	г	841±9,84*	916±10,51	876±9,04
	%	1,70	1,73	1,71
Масса почек	г	158±5,21	174±6,36	164±5,79
	%	0,32	0,33	0,32

продолжение таблицы 25				
Масса желудка (без содержимого)	г	1246±18,36	1265±13,76	1251±15,61
	%	2,52	2,39	2,44
Масса кишечника (без содержимого)	г	1790±13,06*	1859±12,31	1824±14,57
	%	3,62	3,51	3,56
Масса головы	кг	3,02±0,06	3,22±0,05	3,13±0,03
	%	6,11	6,08	6,10

Примечание: статистическая значимость различий * - $P < 0,05$; ** - $P < 0,01$; *** - $P < 0,001$ баранчиков с генотипом GH^{AB} с данными других генотипов.

Полученные данные выявили, что в зависимости от аллельного состояния гена GH , баранчики с GH^{AB} генотипом превосходили GH^{AA} и GH^{BB} генотипы по массе сердца 8,9 % ($P < 0,05$) и 5,3 % ($P > 0,05$), легких – на 10,7 % ($P < 0,001$) и 3,9 % ($P < 0,01$), печени – на 8,9 % ($P < 0,05$) и 4,6 % ($P > 0,05$), по массе селезенки - на 20,9 % ($P > 0,05$) и 6,7 % ($P > 0,05$), по массе почек – на 10,1 % ($P > 0,05$) и 6,1 % ($P > 0,05$), по массе головы соответственно 6,6 % ($P > 0,05$) и 2,9 % ($P > 0,05$), по массе вытекшей крови превосходство было отмечено у GH^{AB} и GH^{BB} генотипов по сравнению с GH^{AA} на 9,2 % ($P < 0,001$) и 3,8 % ($P < 0,001$).

По развитию желудочно-кишечного тракта, в частности от массы желудка и кишечника без содержимого зависит продуктивность животных. По массе желудка без содержимого баранчики гетерозиготного GH^{AB} превосходят гомозиготных сверстников GH^{AA} и GH^{BB} на 1,5 % ($P > 0,05$) и 1,1 % ($P > 0,05$). Превосходство отмечено по массе кишечника без содержимого у генотипа GH^{AB} по сравнению со сверстниками соответственно – 3,9 % ($P < 0,05$) и 1,9 % ($P > 0,05$).

Таким образом, полиморфизм гена GH баранчиков породы российский мясной меринос взаимосвязан с сортовым и морфологическим составом туш и развитием внутренних органов. Баранчики с гетерозиготным GH^{AB} генотипом имели больше отрубов I сорта, мякоти, отличались высоким коэффициентом мясности и лучшим развитием внутренних органов по сравнению со сверстниками гомозиготными GH^{AA} и GH^{BB} генотипами.

2.2.4.5.4. Химический и аминокислотный анализ мышечной ткани

Баранина обладает хорошими диетическими свойствами. Качество мяса зависит от породы, пола, возраста и упитанности животного. Мясо хорошо упитанных животных, имеет особую нежность, у которых много жира в межмышечных прослойках, а сами мышечные волокна более тонкие (З. К. Гаджиев, С. И. Кононенко, 2011; О. С. Murariu, F. Murariu, G. Frunză et al., 2023).

В значительной степени питательная ценность мяса зависит от его химического состава, а также от видовых особенностей и продуктивности животных (В. В. Абонеев, А. И. Суров, Д. М. Рудаков, 2007; И. А. Сазонова, 2018; С. И. Гайдашов, А. А. Омаров, 2019).

Исследованиями химического состава мышечной ткани баранчиков разных генотипов, выявлены некоторые различия (таблица 26).

Анализ результатов свидетельствует, что у баранчиков с гетерозиготным GH^{AB} генотипом в мышечной ткани содержание влаги составило 68,13 %, что меньше по сравнению с гомозиготными GH^{AA} и GH^{BB} генотипами на 1,18 и 1,39 абс. % соответственно.

Таблица 26 – Химический состав мышечной ткани баранчиков разных генотипов

Показатель	Генотип		
	GH^{AA} (n=3)	GH^{AB} (n=3)	GH^{BB} (n=3)
Влага, %	69,31±0,73	68,13±0,87	69,52±0,95
Сухое вещество, %	30,69±0,34*	31,87±0,11	30,48±0,12**
В том числе: белка	21,36±0,10***	23,09±0,07	21,38±0,08***
Жиры	8,39±0,14	7,76±0,06	8,14±0,10
Золы	0,94±0,02	1,02±0,03	0,96±0,05
Коэффициент спелости, %	44,27	46,77	43,84
Калорийность 1 кг мякоти, ккал	1656,03	1668,37	1633,6

Примечание: статистическая значимость различий * - $P<0,05$; ** - $P<0,01$; *** - $P<0,001$ баранчиков с генотипом GH^{AB} с данными других генотипов.

Баранчики с гетерозиготным GH^{AB} генотипом, превосходили сверстников с гомозиготными GH^{AA} , GH^{BB} генотипами по содержанию сухого вещества в мякоти с достоверной разницей на 1,18 абс. % ($P<0,05$) и 1,39 абс.

% ($P < 0,01$), по содержанию белка в мякоти – на 1,73 абс. % ($P < 0,001$) и 1,71 абс. % ($P < 0,001$), по количеству золы – на 0,08 абс. % и 0,06 абс. % соответственно

Баранчики с гомозиготными GH^{AA} и GH^{BB} генотипами отличались наибольшим количеством жира в мышечной ткани и превосходили гетерозиготный GH^{AB} генотип с достоверной разницей на 0,63 абс. % ($P < 0,05$) и 0,38 абс. % ($P < 0,05$), что указывает на большую степень зрелости мяса полученного от баранчиков с гетерозиготным генотипом.

Самый высокий коэффициент спелости был у баранчиков GH^{AB} генотипа и составил 46,77 % по сравнению с гомозиготными сверстниками GH^{AA} , GH^{BB} на 2,5 и 2,9 абс. %. Калорийность 1 кг мякоти была выше у гетерозиготного GH^{AB} генотипа по сравнению с гомозиготными на GH^{AA} , GH^{BB} генотипами на 12,34 и 34,77 ккал. В ходе полученных результатов, баранчики гетерозиготного GH^{AB} генотипа являются наиболее перспективными для производства и получения молодой баранины.

Результаты анализа химического состава мышечной ткани свидетельствует о повышении сухого вещества, белка, золы, коэффициента спелости и снижении количества влаги у животных с гетерозиготным GH^{AB} генотипом.

Состав аминокислот в баранине является определяющим фактором при оценке качества мясной продукции (таблица 27).

Таблица 27 – Белково-качественный показатель баранчиков разных генотипов

Генотип	Показатели		БКП соотношение
	Аминокислоты, мг %		
	триптофан	оксипролин	
GH^{AA} (n=3)	0,233±0,21	0,72±0,13	0,32
GH^{AB} (n=3)	0,289±0,18	0,62±0,08	0,46
GH^{BB} (n=3)	0,249±0,09	0,69±0,17	0,36

В результате установлено, что баранчики с гетерозиготным GH^{AB} генотипом по количеству триптофана превосходили сверстников с гомозиготными GH^{AA} и GH^{BB} генотипами на 24,0 и 16,1 %. Таким образом,

увеличение триптофана у баранчиков с гетерозиготным GH^{AB} генотипом, способствует увеличению выработки серотонина, который оказывает влияние на качественные характеристики мяса.

Оксипролин служит индикатором менее полноценных белков. В наших исследованиях баранчики с гетерозиготным генотипом по содержанию оксипролина уступали гомозиготным GH^{AA} и GH^{BB} генотипам на 13,9 и 10,2 %

Белково-качественный показатель у баранчиков гомозиготного GH^{AA} генотипа составил 0,32, а наибольшее значение было отмечено у гетерозиготного GH^{AB} генотипа – 0,46. Увеличение значения БКП у гетерозиготного GH^{AB} генотипа, свидетельствует об увеличении в мясе доли белков и уменьшении соединительной ткани, что повышает качество мясного сырья.

Аминокислоты являются основными строительными блоками белка, которые необходимы для белковых обменных процессов в организме животных. Заменяемые аминокислоты могут быть синтезированы организмом самостоятельно, в то время как незаменимые аминокислоты должны поступать с кормом (А. А. Омаров, Л. Н. Скорых, Д. В. Коваленко, 2016).

Для определения пищевой ценности баранины изучали качественный состав незаменимых аминокислот в мясе баранчиков разных генотипов (таблица 28).

Таблица 28 – Состав незаменимых аминокислот в мясе баранчиков разных генотипов

Аминокислоты, г/100 г белка	Генотип		
	GH^{AA} (n=3)	GH^{AB} (n=3)	GH^{BB} (n=3)
Валин	0,932±0,21	1,078±0,07	0,979±0,14
Изолейцин	0,894±0,29	1,021±0,34	0,912±0,12
Лейцин	1,413±0,42	1,646±0,26	1,432±0,31
Лизин	1,538±0,56	1,869±0,41	1,554±0,64
Метионин	0,471±0,06	0,635±0,04	0,482±0,08
Треонин	0,716±0,16	0,906±0,11	0,737±0,21
Триптофан	0,233±0,21	0,289±0,18	0,249±0,09
Фенилаланин	0,689±0,84	0,854±0,49	0,711±0,61
Σ незаменимых	6,886	8,298	7,056

Сравнительный анализ аминокислотного состава мяса показал, что баранчики гетерозиготного GH^{AB} генотипа имели преимущество над гомозиготными GH^{AA} и GH^{BB} сверстниками по ряду незаменимых аминокислот.

Валин влияет на метаболизм в мышцах, принимает активное участие в процессе восстановления поврежденных тканей и способствует поддержанию деятельности нервной системы в нормальном состоянии. Исходя из сравнительного анализа, установлено, что баранчики гетерозиготного GH^{AB} генотипа имели преимущество над гомозиготными GH^{AA} , GH^{BB} по валину на 15,7 % и 10,1 %.

По изолейцину баранчики гетерозиготного GH^{AB} генотипа имели преимущество над гомозиготными GH^{AA} и GH^{BB} генотипами на 14,2 % и 12 %. Именно изолейцин регулирует обмен углеводов и способствует образованию гемоглобина и снижению уровня холестерина в крови.

Потребность в лейцине у животных необходима для создания белка плазмы и белка тканей в организме. У баранчиков гетерозиготного GH^{AB} генотипа наблюдался наибольший показатель лейцина, который составил 1,646 гр./100 гр. белка, что является высоким источником энергии и обуславливает высокую способность к восстановлению костей, кожи и мышечной ткани.

Сравнительный анализ по лизину, который входит в состав нуклеопротеидов и сперматозоидов, показывает превосходство гетерозиготного GH^{AB} генотипа по отношению к сверстникам гомозиготных генотипов в среднем на 21 %.

Серосодержащей аминокислотой является метионин, который служит структурным материалом и играет важную роль как в синтезе белка, так и в качественном использовании и переваривании протеина. По метионину установлено, что баранчики гетерозиготного GH^{AB} генотипа имеют преимущество над гомозиготными GH^{AA} , GH^{BB} на 34,8 % и 31,7 %, что

свидетельствует о достаточном обладании липотропного действия, которое предохраняет баранчиков от накопления жира в печени.

По количеству треонина баранчики гетерозиготного GH^{AB} генотипа имеют преимущество над гомозиготными GH^{AA} , GH^{BB} генотипами на 26,5 % и 22,9 %, что свидетельствует способности поддержания нормальной работы иммунной системы организма.

Синтезирование никотиновой кислоты происходит за счет наличия триптофана. У баранчиков гетерозиготного GH^{AB} генотипа выявлено незначительное преобладание триптофана, составившее 0,289 г/100 г. Именно данная аминокислота преобразуется в серотонин в процессе обмена веществ и оказывает значительное влияние на центральную нервную систему и кровеносные сосуды.

Для нервных клеток головного мозга фенилаланин представлен нейромедиатором. У баранчиков гетерозиготного GH^{AB} генотипа установлено содержание данной незаменимой аминокислоты в 0,854 г/100 г, что выше сверстников гомозиготных генотипов, и которая необходима для синтеза гормона щитовидной железы – тироксина и гормона мозгового вещества – адреналина, а также процесса кроветворения.

В таблице 29 представлен качественный состав заменимых аминокислот в мясе баранчиков разных генотипов, который служит биологической ценностью.

Поддержание кислотно-щелочного баланса в организме животных зависит от аргинина, так как он является активатором синтеза мочевины и инсулина, а также участвует в образовании спермы. Он относится к условно-заменимым аминокислотам, т. к. с возрастом организм животного перестает его продуцировать. В мясе баранчиков с гетерозиготным GH^{AB} генотипом содержание аргинина было больше, чем у гомозиготных GH^{AA} и GH^{BB} на 20,6 % и 13,4 %.

Гистидин участвует в энергетическом обмене организма животных и регулирует синтез гемоглобина и эритроцитов крови.

Таблица 29 – Состав заменимых аминокислот в мясе баранчиков разных генотипов

Аминокислоты, г/100 г белка	Генотип		
	GH^{AA} (n=3)	GH^{AB} (n=3)	GH^{BB} (n=3)
Аланин	0,957±0,38	1,149±0,16	1,018±0,27
Аргинин	0,932±0,26	1,124±0,19	0,991±0,31
Аспарагиновая кислота	1,524±0,49	1,851±0,22	1,543±0,45
Гистидин	0,605±0,11	0,758±0,06	0,619±0,13
Глицин	0,902±0,97	1,041±1,09	0,928±1,12
Глутаминовая кислота	2,721±0,76	3,133±0,28	2,794±0,39
Оксипролин	0,72±0,13	0,62±0,08	0,69±0,17
Пролин	0,671±0,19	0,819±0,14	0,694±0,22
Серин	0,603±1,24	0,794±1,16	0,621±1,12
Тирозин	0,641±0,07	0,796±0,02	0,658±0,01
Цистин	0,229±0,04	0,298±0,05	0,242±0,02
Σ заменимых	10,505	12,383	10,798

Исследования показали, что баранчики с гетерозиготным GH^{AB} генотипом по содержанию гистидина имели превосходство по отношению к сверстникам с гомозиготными GH^{AA} и GH^{BB} генотипами на 25,3 % и 22,5 %.

Тенденция превосходства баранчиков с гетерозиготным генотипом над гомозиготными сверстниками отмечалась и по другим заменимым аминокислотам: пролин, серин, тирозин, цистин, глутаминовая и аспарагиновая кислоты.

Таким образом, полиморфизм гена GH оказывает влияние на аминокислотный состав мяса баранчиков породы российский мясной меринос, что подтверждается лучшим белково-качественным показателем, а также количеством заменимых и незаменимых аминокислот у баранчиков с гетерозиготным GH^{AB} генотипом.

2.2.5. Экономическая оценка результатов выращивания баранчиков разных генотипов

В структуре комплексных исследований в отрасли овцеводства, большое внимание уделяется выращиванию жизнеспособного молодняка. Повышение качества производимой продукции (мясо) является приоритетным. Особое значение, приобретает разработка эффективных селекционно-генетических

методов повышения продуктивности животных. Экономическая эффективность выращивания баранчиков разных генотипов гена GH рассчитывалась в ценах 2023 года. СПК колхоз-племзавод имени Ленина реализует животных по убойной массе, за 1 кг – 350 рублей. Затраты с учетом молекулярно-генетического исследования на содержание 1-ой головы до 9-ти месячного возраста составили 6950 рублей (табл. 30).

Таблица 30 – Экономическая эффективность выращивания баранчиков разных генотипов гена GH

Показатели	Генотипы		
	GH^{AA}	GH^{AB}	GH^{BB}
Убойная масса 9-ти мес. возраста, кг	21,94	24,36	23,22
Реализовано продукции, всего руб.	7 679	8 526	8 127
Затраты на содержание в период от рождения до 9-ти мес. возраста, руб.	6 730,0	6 730,0	6 730,0
Затраты на молекулярно-генетическое исследование 1 гол.	220	220	220
Прибыль, руб.	+729	+1 576	+1 177
Уровень рентабельности, %	+10,5	+22,7	+16,9

Реализовано продукции больше всего было от животных с гетерозиготным GH^{AB} генотипом (8526 рублей), по сравнению с гомозиготными GH^{AA} и GH^{BB} сверстниками соответственно на 11,0 % и 4,9 %. По прибыли превосходство составило соответственно на 847 и 399 рублей, а по уровню рентабельности на 12,2 и 5,8 абс. %.

На основании проведенного анализа экономической эффективности, установили, что использование маркер-ассоциированной селекции по исследуемым ДНК-маркерам является рентабельным, соответственно, рекомендуем использовать данный метод в дальнейшем для повышения продуктивных качеств у сельскохозяйственных животных.

Следовательно, полиморфизм гена GH оказывает влияние на экономическую эффективность выращивания овец породы российский мясной меринос. Самый высокий уровень рентабельности имели животные с гетерозиготным GH^{AB} генотипом, отличающихся лучшим ростом и развитием.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании полученных результатов исследований, нами установлено влияние полиморфизма генов *GH*, *GDF9* у овец породы российский мясной меринос на рост, развитие и воспроизводительные способности, что позволяет сформировать следующие выводы:

1. Полиморфизм генов *GH* и *GDF9* баранов-производителей породы российский мясной меринос представлен двумя аллелями с разной частотой встречаемости: $GH^A - 0,20$, $GH^B - 0,80$ и $GDF9^A - 0,40$, $GDF9^G - 0,60$ соответственно. Установлено, что наибольшая частота встречаемости гена *GH* была отмечена у гомозиготного $GH^{BB} - 60,0 \%$ и гетерозиготного $GH^{AB} - 40,0 \%$, гомозиготный GH^{AA} генотип отсутствовал, а по гену *GDF9* частота встречаемости гомозиготных $GDF9^{AA}$ и $GDF9^{GG}$ генотипов составила 40,0 и 60,0 %, гетерозиготный $GDF9^{AG}$ отсутствовал.

2. Полиморфизм генов *GH* и *GDF9* овцематок представлен двумя аллелями с разной частотой встречаемости: $GH^A - 0,53$, $GH^B - 0,47$ и $GDF9^A - 0,43$, $GDF9^G - 0,57$. По гену *GH* выявлены три генотипа с разной частотой встречаемости: $GH^{AA} - 27,0 \%$, $GH^{AB} - 51,0 \%$ и $GH^{BB} - 22,0 \%$, а по гену *GDF9* выявлены следующие генотипы: $GDF9^{AG} - 65,0 \%$, $GDF9^{AA} - 10,0 \%$ и $GDF9^{GG} - 25,0 \%$.

3. При изучении воспроизводительных качеств овцематок в зависимости от полиморфизма гена *GDF9*, установлено преимущество гетерозиготных овцематок $GDF9^{AG}$, по сравнению со сверстницами с гомозиготными $GDF9^{AA}$ и $GDF9^{GG}$ генотипами по количеству полученных ягнят на 100 обьягнвившихся маток на 16,5 и 11,6 абс. %, по сохранности потомства к 4,5 мес. возрасту – на 0,5 и 5,3 абс. %.

4. Полиморфизм гена *GH* баранчиков представлен двумя аллелями с разной частотой встречаемости: $GH^A - 0,59$; $GH^B - 0,41$ и тремя генотипами $GH^{AA} - 44,3$; $GH^{AB} - 30,0$ и $GH^{BB} - 25,7 \%$.

5. Животные с гетерозиготным генотипом GH^{AB} отличались более высокой энергией роста, по сравнению со сверстниками с гомозиготными GH^{AA} и GH^{BB} генотипами, в 9-ти месячном возрасте превосходство составило по живой массе на 7,1 % ($P < 0,001$) и 3,1 %. По абсолютным и среднесуточным приростам от рождения до 9-ти месячного возраста достоверное превосходство было с гомозиготным GH^{AA} генотипом. По промерам в 9-ти месячном возрасте по глубине груди на 3,0 % ($P < 0,05$) и 1,9 %; по обхвату груди на 3,3 % ($P < 0,001$) и 1,5 %, по индексам массивности на 2,62 и 1,45 абс. %; по сбитости 0,46 и 0,72 абс. %.

6. Гематологические и биохимические показатели крови имели взаимосвязь с полиморфизмом гена GH . Баранчики с гетерозиготным GH^{AB} генотипом превосходили сверстников с гомозиготными GH^{AA} и GH^{BB} генотипами, по количеству эритроцитов на 7,2 % ($P < 0,001$) и 1,2 %; по гемоглобину на 13,0 % ($P < 0,001$) и 6,2 %; по лейкоцитам на 14,1 % ($P < 0,001$) и 12,1 % ($P < 0,001$), уровню мочевины на 17,1 % ($P < 0,001$) и 12,3 % ($P < 0,01$); содержанию общего белка на 7,5 % ($P < 0,001$) и 2,3 % ($P < 0,001$), уровню БАСК на 10,1 % ($P < 0,001$) и 4,8 % ($P < 0,001$) и ЛАСК на 15,3 % ($P < 0,001$) и 7,2 % ($P < 0,001$), что свидетельствует о более высоком уровне их энергетического и белкового обмена, которые отличались высокой живой массой и лучшей адаптационной способностью.

7. Установлены различия по мясной продуктивности молодняка исследуемых генотипов, а именно, выявлено превосходство баранчиков с гетерозиготным GH^{AB} генотипом над сверстниками с гомозиготными GH^{AA} и GH^{BB} генотипами по предубойной массе на 7,1 ($P < 0,01$) на 3,3 %; убойной массе на 11,0 % ($P < 0,01$) и 4,9 %; массе парной туши на 10,7 % ($P < 0,01$) и 4,7 %; убойному выходу на 1,7 и 0,7 абс.%. По сортовому разрубку туш, выходу отрубов 1 сорта на 1,8 и 1,5 абс. %, массе мякоти на 12,2 % ($P < 0,05$) и 5,5 %; коэффициенту мясности на 0,22 и 0,13 ед.

8. При изучении химического состава мышечной ткани, выявлено, что животные с гетерозиготным GH^{AB} генотипом по сравнению со

сверстниками с гомозиготными GH^{AA} и GH^{BB} генотипами имели лучший белково-качественный показатель на 0,14 и 0,10, коэффициенту спелости на 2,5 и 2,9 абс. %, калорийности на 12,34 и 34,77 ккал, что свидетельствует об увеличении в мясе доли мышечных белков и уменьшении соединительно-тканых, которые улучшают качество мясного сырья.

9. Определена экономическая эффективность выращивания молодняка разных генотипов по гену GH . Установлено, что от баранчиков с гетерозиготным GH^{AB} генотипом получено больше продукции в убойной массе, что повлияло на увеличение прибыли на 1 голову по сравнению со сверстниками с гомозиготными GH^{AA} и GH^{BB} генотипами на 847 и 399 рублей, и уровень рентабельности на 12,2 и 5,8 абс. %.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Для дальнейшего совершенствования овец породы российский мясной меринос, повышения эффективности отрасли, ускорения селекционного процесса целесообразно использовать животных носителей гетерозиготного GH^{AB} генотипа, отличающийся высокой мясной продуктивностью. Для повышения воспроизводительной способности овцематок рекомендуем осуществлять разведение животных с гетерозиготным $GDF9^{AG}$ генотипом.

При проведении генетико-статистического анализа у овец породы российский мясной меринос по гену GH рекомендуем использовать программу для ЭВМ (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023667997 от 22.08.2023 г.), а по гену $GDF9$ с помощью разработанной программы для ЭВМ (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023665126 от 12.07.2023 г.).

Для повышения квалификации и профессиональной подготовки специалистов биологического профиля могут быть использованы следующие учебные модули: «Цифровой модуль для выявления генов с помощью ДНК-маркеров продуктивных и биологических особенностей сельскохозяйственных животных» (свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2022612748 от 28.02.2022 г.); «Оценка мясной продуктивности и качества мяса на основе биохимических показателей крови в раннем неонатальном периоде у сельскохозяйственных животных» (свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2022612749 от 28.02.2022 г.); «Система селекционно-генетической оценки значимых стад импортных пород сельскохозяйственных животных с учетом адаптации и акклиматизации» (свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2022612849 от 01.03.2022 г.).

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Дальнейшая работа должна быть направлена на поиск новых генов-маркеров, ассоциированных с хозяйственно-полезными признаками необходимыми для получения продуктивного и жизнеспособного потомства овец породы российский мясной меринос. Изучение ДНК-диагностики может внести значительный вклад в развитие науки и разработке эффективных селекционных программ по совершенствованию отечественных пород овец с учетом полиморфизма генов *GH* и *GDF9*. Следовательно, полученные данные смогут сформировать и сохранить высокий генетический потенциал племенного стада и решить проблему обеспечения населения высококачественной продукцией, тем самым повысив экономическую эффективность отрасли овцеводства.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ДНК – дезоксирибонуклеиновая кислота

SNP (англ. Single nucleotide polymorphism) – однонуклеотидный полиморфизм

QTL (англ. Quantitative Trait Loci) – локусы количественных признаков

MAS (англ. Marker Assisted Selection) – маркер-ассоциированная селекция

n – количество животных

АЛТ (или АлАт) – аланинаминотрансфераза

АСТ (или АсАт) – аспартатаминотрансфераза

БАСК – бактерицидная активность сыворотки крови

БКП – белково-качественный показатель

ЛАСК – лизоцимная активность сыворотки крови

ЩФ – щелочная фосфатаза

ГОСТ – государственный стандарт

ПЦР – полимеразная цепная реакция

ПЦР-ПДРФ – полимеразная цепная реакция с изучением полиморфизма длин рестрикционных фрагментов

GDF9 – ген дифференциального фактора роста

GH – гормон роста, соматотропный гормон, соматотропин

CAST – ген кальпастатин

MSTN – ген миостатина

ЭДТА – этилендиаминтетрауксусная кислота

Vst^{HH} I – эндонуклеаза рестрикции, из штамма *Bacillus stearothermophilus* HH (сайт узнавания: GCG↑CC↓GCG)

HaeIII – эндонуклеаза рестрикции, из штамма *E. coli* несущего клонированный ген *HaeIII* из *Haemophilus aegyptius* (сайт узнавания: GG↑CC)

п.н. – пар нуклеотидов

ФАОСТАТ (англ. FAOSTAT, (FAO), Food and Agriculture Organization of the United Nations) – Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединённых Наций

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдулмуслимов, А. М. Селекционные методы и технологические приемы повышения продуктивности овец дагестанской горной породы : специальность 4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства : диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Абдулмуслимов Абдулмуслим Мухудинович, 2023. – С. 274.
2. Абонеев, В. В. Возрастные особенности морфологического состава крови молодняка овец разных генотипов в онтогенезе / В. В. Абонеев, С. Н. Шумаенко, Л. Н. Скорых // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2015. – № 2. – С. 41–42.
3. Абонеев, В. В. Методика оценки мясной продуктивности овец : метод. рек. для научных сотрудников, аспирантов, студентов и практических работников в области овцеводства / В. В. Абонеев, Ю. Д. Квитко, И. И. Селькин. – Ставрополь, 2009. – 36 с.
4. Абонеев, В. В. Мясная и шерстная продуктивность тонкорунных овец разного происхождения / В. В. Абонеев, А. И. Суров, Д. М. Рудаков // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2007. – № 1. – С. 30–32.
5. Ассоциации полиморфизма генов CAST, GN у молодняка овец кровностью $\frac{1}{2}$ шароле + $\frac{1}{2}$ калмыцкая курдючная с промерами статей тела и индексами телосложения / В. А. Погодаев, Е. С. Суржикова, Д. Д. Евлагина [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2023. – № 12. – С. 122–128
6. Айбазов, М. М. Современные проблемы овцеводства и перспективы его развития / М. М. Айбазов // Сборник научных трудов всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. – 2006. – Т. 1, № 1. – С. 19–25.
7. Алайчиев, А.С. Биохимические показатели сыворотки крови у алайской породы и местных грубошёрстных овец в Чон-Алайской долине

Кыргызстана / А.С. Алайчиев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4 (60). – С. 224–226.

8. Аллельный спектр генов GDF9/BSTN1, CAST/MSPI, GH/HAEP1 у овец калмыцкой курдючной породы и помесей с кровностью $\frac{1}{2}$ дорпер + $\frac{1}{2}$ калмыцкая курдючная / В. А. Погодаев, Е. С. Суржикова, Д. Д. Евлагина [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2023. – № 7. – С. 81–85.

9. Анализ аллельных вариантов в генах, ассоциируемых с мясной продуктивностью у районированных пород мелкого рогатого скота / А. А. Оздемиров, Р. А. Акаева, Е. М. Алиева [и др.] // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2023. – № 4. – С. 86–89.

10. Анализ полиморфизма генов CAST, GH и GDF9 у овец дагестанской горной породы / А. М. Абдулмуслимов, А. А. Хожожов, И. С. Бейшова [и др.] // Зоотехния. – 2020. – № 11. – С. 5–8.

11. Ассоциация однонуклеотидных полиморфизмов в генах GH, CAST с убойными качествами у овец породы маньчжунский меринос / Л. Н. Скорых, А. В. Суховеева, А. В. Скокова [и др.] // Животноводство и кормопроизводство. – 2023. – Т. 106, № 4. – С. 57–67.

12. Ассоциация однонуклеотидных полиморфизмов в гене соматотропина с показателями мясной продуктивности у мясошерстных овец / Л. Н. Скорых, И. О. Фоминова, Д. В. Коваленко [и др.] // Ветеринария и кормление. – 2021. – № 2. – С. 45–48.

13. Бакай, А. В. Генетика : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 310700 "Зоотехния" / А. В. Бакай, И. И. Кочиш, Г. Г. Скрипниченко. – Москва : Колос, 2006. – 446 с.

14. Бакоев Н. Ф. Влияние полиморфизма гена гормона роста (GH) на селекционно-значимые показатели овец / Н. Ф. Бакоев, Т. С. Романец, Н. В. Широкова // Материалы XXVI Международной молодежной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов», (Москва, 10–14 апреля 2017 г.). – Москва, 2017. – URL: <https://lomonosov->

msu.ru/archive/Lomonosov_2017/data/10738/uid82541_report.pdf (дата обращения: 27.05.2023).

15. Биотехнологические методы изучения полиморфизма гена гормона роста / Ю. А. Колосов, П. С. Кобыляцкий, Н. В. Широкова [и др.] // Дальневосточный аграрный вестник. – 2017. – № 2 (42). – С. 82–86.

16. Биохимические показатели и бактерицидность крови молодняка овец цигайской породы / П. С. Остапчук, О. Н. Постникова, Д. В. Зубоченко, [и др.] // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2023. – № 53 (5). – С. 79–89.

17. Борисенко, Е. Я. Разведение сельскохозяйственных животных / Е. Я. Борисенко. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Колос, 1967. – 463 с.

18. Влияние аллельного спектра гена GH/HAEPH на рост и развитие мясошерстных овец / Е. С. Суржикова, О. Н. Онищенко, Е. Н. Чернобай [и др.] // Главный зоотехник. – 2023. – № 10 (243). – С. 26–33.

19. Влияние гена дифференциального фактора роста 9 (PVA-9) на хозяйственно-полезные признаки овец / Е. С. Чебуранова, О. А. Епишко, А. К. Джапарова [и др.] // Наука и образование. – 2018. – С. 231–236.

20. Влияние генотипа овец романовской породы на возрастную динамику показателей живой массы / М. Н. Костылев, М. В. Абрамова, А. В. Ильина [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 6 (86). – С. 322–326.

21. Влияние разных генотипов гормона роста (GH) на показатели роста и развития молодняка овец породы российский мясной меринос / Е. С. Суржикова, О. Н. Онищенко, Н. И. Ефимова [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2023. – № 11. – С. 205–212.

22. Возможности современных технологий в селекции лошадей / М. А. Пирожкова, О. Л. Янкина, Н. А. Ким, А. Н. Приходько // Инновации молодых - развитию сельского хозяйства : Материалы 58 Всероссийской научной студенческой конференции. В 3-х частях, Усурийск, 10–18 марта 2022 года / Отв. редактор И. И. Бородин. Том Часть I. – Усурийск:

Приморская государственная сельскохозяйственная академия, 2022. – С. 283–289.

23. Возрастная динамика биохимических показателей крови молодняка овец / В. И. Косилов, Е. А. Никонова, М. Б. Каласов [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. – № 4 (48). – С. 175–179.

24. Войтюк, М. М. Инновационные технологии строительства и реконструкции объектов козоводства в России / М. М. Войтюк, О. П. Мачнева // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства : материалы национальной научно-практической конференции, посвященной 82-летию со дня рождения Заслуженного работника высшей школы РФ, Почётного профессора Брянской ГСХА, д-ра вет. наук, проф. Ткачева Анатолия Алексеевича (Брянск, 26–27 ноября 2020 г.). Ч. 1. – Брянск, 2020. – С. 187–191.

25. Гаглоев, А. Ч. Повышение мясной продуктивности цыгайских овец / А. Ч. Гаглоев, Т. Э. Щугорева, Ф. А. Мусаев // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК–продукты здорового питания. – 2023. – № 1. – С. 122–129.

26. Гаджиев, З. К. Мясная продуктивность, сортовой и морфологический состав туш баранчиков андийской и лезгинской породы при разных условиях нагула / З. К. Гаджиев, С. И. Кононенко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2011. – № 1 (28). – С. 117–120.

27. Ганзенко, Е. А. Гематологические показатели помесных баранчиков / Е. А. Ганзенко // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2015. – № 3 (17). – С. 12–17.

28. Гайдашов, С. И. Влияние возрастного подбора родительских пар на мясную продуктивность молодняка овец / С. И. Гайдашов, А. А. Омаров // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 10 (180). – С. 96–100.

29. Генетическая обусловленность показателя живой массы у овец южной мясной породы / В. С. Шевцова, А. Я. Куликова, А. В. Усатов [и др.] // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. – 2023. – Т. 12, № 1. – С. 41–44.

30. Генетическая структура овец западно-сибирской мясной и кулундинской тонкорунной пород по генам CAST, GDF9 И KRT1.2 / О. Л. Халина, С. Н. Магер, Г. М. Гончаренко [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 4. – С. 103–116.

31. Генетическая структура стада по генам GDF9, GH у овец Волгоградской и эдильбаевской пород / И. Ф. Горлов, М. И. Сложенкина, Ю. А. Колосов [и др.] // Аграрно-пищевые инновации. – 2021. – № 2 (14). – С. 51–59.

32. Генетические маркеры в мясном овцеводстве / А. В. Дейкин, М. И. Селионова, А. Ю. Криворучко [и др.] // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2016. – Т. 20, № 5. – С. 576–583.

33. Генетические маркеры мясной продуктивности овец (ovisariesl.). Сообщение I. Миостатин, кальпаин, кальпастатин / В. И. Трухачев, М. И. Селионова, А. Ю. Криворучко [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2018. – Т. 53, № 6. – С. 1107–1119.

34. Герман, Ю. И. Индексная оценка племенной ценности овец мясо-шерстного направления продуктивности / Ю. И. Герман, Е. В. Садыков, М. И. Селионова // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2019. – № 3. – С. 18–21.

35. Гладырь, Е. А. Характеристика генофонда и выявление генеалогических связей между породами овец с использованием групп крови и ДНК-микросателлитов / Е. А. Гладырь, М. И. Селионова, Н. А. Зиновьева // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2007. – № 4. – С. 19–24.

36. ГОСТ 25955-83. Животные племенные сельскохозяйственные. Методы определения параметров продуктивности овец : государственный стандарт союза ССР : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 10

ноября 1983 г. № 5359 : введен 01.07.84 / разработан Министерством сельского хоз-ва СССР. – Москва : Изд-во стандартов, 1984. – 8 с.

37. ГОСТ 7596-81. Мясо. Разделка баранины и козлятины для розничной торговли : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие постановлением Государственного комитета СССР по стандартам 03.02.1981 № 445 : дата введения 01.07.1981 : утвержден 03.02.1981 Госстандарт СССР – Москва : Стандартиформ, 2006. – 14 с.

38. ГОСТ Р – 52843-2007. Овцы и козы для убоя. Баранина, ягнятина и козлятина в тушах : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2007 г. N 472-ст : введен впервые : дата введения 2009-01-01 / разработан Государственным научным учреждением "Ставропольский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства" Россельхозакадемии и Государственным научным учреждением "Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности им. В.М. Горбатова" Россельхозакадемии. – Москва : Национальный стандарт, 2009. – 15 с.

39. Гистологические показатели длиннейшей мышцы спины баранчиков различных генотипов породы российский мясной меринос и их связь с параметрами мясной продуктивности / О. Н. Онищенко, И. И. Дмитрик, А. Р. Онищенко [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2024. – № 2 (106). – С. 320–324.

40. Двалишвили, В. Г. Мясная продуктивность молодняка мясо-шерстных овец разного происхождения / В. Г. Двалишвили, Ч. М. Опакай // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2018. – № 4. – С. 21–22.

41. Дегтярь, А. С. Особенности роста ягнят различного происхождения / А. С. Дегтярь, А. Ю. Колосов, Т. С. Романец // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 104. – С. 818–828.

42. Поиск QTL и функциональных генов-кандидатов у овец как важный этап внедрения геномной селекции / Т. Е. Денискова, А. В. Доцев, С. Н. Петров [и др.] // Сборник докладов XIV Международного биотехнологического форума "Росбиотех-2020" (Москва, 17-19 ноября 2020 г.). – Москва, 2020. – С. 174–175.

43. Динамика гематологических показателей крови овец в постнатальном онтогенезе в зоне йододефицита / В. С. Скрипкин, А. С. Плетенцова, И. Ю. Цымбал [и др.] // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2018. – № 2. – С. 42–44.

44. Евлагина, Д. Д. Полиморфизм генов GDF9, PRL, β -LG и его влияние на продуктивные качества овец породы лакон : специальность 06.02.07 «Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных» : диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Евлагина Дарья Дмитриевна ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Ставропольский государственный аграрный университет". – г. Ставрополь, 2022. – 124 с.

45. Ерохин, А. И. Интенсификация воспроизводства овец : монография / А. И. Ерохин, Е. А. Карасев, С. А. Ерохин. – Москва : ГНУ ВИЖ Россельхозакадемии, 2012. – 255 с.

46. Ерохин, А. И. Некоторые особенности породообразовательного процесса в современном отечественном овцеводстве / А. И. Ерохин // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2019. – № 4. – С. 50–58.

47. Ерохин, А. И. Тенденции развития овцеводства в Российской Федерации / А. И. Ерохин, Е. А. Карасев, Ю. А. Юлдашбаев // Зоотехния. – 2014. – № 12. – С. 12–13.

48. Живая масса и экстерьерные особенности овец от однородного и разнородного подбора / В. А. Мороз, Е. Н. Чернобай, Н. А. Новгородова [и др.] // Вестник Курганской ГСХА. – 2017. – № 2 (22). – С. 51–53.

49. Животноводство юга России: состояние и перспективы развития на основе внедрения современных молекулярно-генетических технологий / И.

Ф. Горлов, Е. Ю. Анисимова, Н. И. Мосолова [и др.] // Биотехнология: состояние и перспективы развития : материалы Международного конгресса, (Москва, 26–29 октября 2021 г.). – Москва, 2021. – С. 340–344.

50. Забелина, М.В. Биологическая ценность белка мяса молодых овец бакурской и ставропольской пород / М. В. Забелина, В. П. Лушников, Е. А. Павлова // Мясная индустрия. – 2004. – № 2. – С. 59–61.

51. Иолчиев, Б. С. Взаимосвязь сохранность ягнят с размером помета / Б. С. Иолчиев, Н. А. Волкова, П. М. Кленовицкий // Эффективное животноводство. – 2019. – № 7 (155). – С. 92–93.

52. Использование метода генотипирования для отбора животных желательного типа / А. И. Суров, С. Н. Шумаенко, А. А. Омаров [и др.] // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. – 2023. – Т. 15, № 4. – С. 136–157.

53. Исследование полиморфизма гена GH у овец тувинской короткожирнохвостой породы / К. А. Куликова, Ю. А. Юлдашбаев, С. А. Хататаев [и др.] // Вестник ИрГСХА. – 2018. – № 87. – С. 139–144.

54. Исследование полиморфизма гена гормона роста у овец породы советский меринос / Н. С. Сафонова, Л. Н. Скорых, Н. И. Ефимова [и др.] // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. – 2019. – Т. 8, № 1. – С. 275–280.

55. Кабицкая, Я. А. Перспективные гены - маркеры продуктивности в молочном животноводстве / Я. А. Кабицкая // Сельскохозяйственные науки: вопросы и тенденции развития : Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции (Красноярск, 11 ноября 2016 г.). – Красноярск, 2016. – С. 54–57.

56. Казарова, И. Г. Характеристика продуктивности мериносового овцеводства в условиях юга России / И. Г. Казарова, Н. В. Широкова // Научные исследования-сельскохозяйственному производству. – 2023. – С. 164–168.

57. Карабаева, М. Э. Мясная продуктивность и качество мяса молодняка овец разных генотипов / М. Э. Карабаева, Н. А. Колотова // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2015. – № 4. – С. 23–26.

58. Карпова, Е. Д. Полиморфизм генов GH, CAST, анализ ассоциаций их генотипов с показателями липидного обмена, иммунного статуса, продуктивности овец в онтогенезе : специальность 06.02.07 "Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных" : диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Карпова Екатерина Дмитриевна, 2021. – С.125.

59. Климанова, Е. А. Влияние полиморфизмов генов BMP-15 и BMPRIВ на скорость овуляции у овец / Е. А. Климанова // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий : сборник IV Всероссийской (национальной) научной конференции (Новосибирск, 20 декабря 2019 г.). – Новосибирск, 2019. – С. 81–84.

60. Клиническая лабораторная диагностика в ветеринарии / И. П. Кондрахин, Н. В. Курилов, А. Г. Малахов [и др.] // Агропромиздательство. – 1985. – С. 57–72.

61. Колосов, Ю. А. Мясные качества чистопородных и помесных баранчиков разного происхождения / Ю. А. Колосов, Н. В. Широкова // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2012. – № 3. – С. 44–46.

62. Колосов, Ю. А. Повышение сохранности и скорости роста молодняка мериносовых овец / Ю. А. Колосов, В. В. Абонеев // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. – 2023. – № 3 (41). – С. 77–83.

63. Колосов, Ю. А. Полиморфизм гена (GDF9) у овец сальской породы / Ю. А. Колосов, Л. В. Гетманцева, Н. В. Широкова // Ветеринарная патология. – 2014. – № 3. – С. 78–81.

64. Колосов, Ю. А. Состояние и проблемы племенного овцеводства Ростовской области / Ю. А. Колосов, В. В. Николаев, А. В. Вальков // Вестник ветеринарии. – 2001. – Т. 18, № 1. – С. 13–15.

65. Куликова, А. Я. Генетическая ассоциация полиморфизма гена гормона роста (GH) с продуктивностью овец южной мясной породы / А. Я. Куликова // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2023. – № 2. – С. 30–33.

66. Куликова, А. Я. Полиморфизм гена дифференциального фактора роста (GDF9) у овец южной мясной породы / А. Я. Куликова // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. – 2023. – Т. 12, № 2. – С. 13–17.

67. Куликова, А. Я. Полиморфизм гена соматотропина (GH) у овец южной мясной породы / А. Я. Куликова // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. – 2023. – Т. 12, № 1. – С. 13–17.

68. Лакота, Е. А. Экстерьерно-продуктивные показатели овец ставропольской породы в возрасте 13–14 месяцев при внутривидовом отборе / Е. А. Лакота, О. А. Воронцова // Аграрная наука. – 2023. – № 1(8). – С. 65–71.

69. Ларионов, Н. М. Полиморфизмы генов SCD, FABP, CAPN, IGFBP, ассоциированные с мясной продуктивностью овец / Н. М. Ларионов // Перспективные разработки молодых ученых в области ветеринарии, производства и переработки сельскохозяйственной продукции : Сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции для студентов, аспирантов и молодых ученых (Ставрополь, 01 декабря 2023 г.). – Ставрополь, 2023. – С. 103–106.

70. Линейный и весовой рост молодняка овец разного происхождения / М. В. Забелина, Т. Ю. Лёвина, А. П. Скрынников [и др.] // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2017. – № 2. – С. 12–13.

71. Лушников, В. П. Биохимические показатели крови овец разных пород, выращенных в разных природно-климатических зонах / В. П. Лушников, И. А. Сазонова, С. В. Шпуль // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2013. – № 4. – С. 17–19.

72. Лушников, В. П. Полиморфизм гена CAST у овец татарстанской и эдильбаевской пород / В. П. Лушников, Т. О. Фетисова, А. А. Стрильчук // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2020. – № 2. – С. 9–11.

73. Лушников, В. П. Эффективность использования баранчиков эдильбаевской и татарстанской породы в производстве молодой баранины / В. П. Лушников, А. А. Стрильчук, Т. О. Фетисова // Аграрная наука и инновационное развитие животноводства-основа экологической безопасности продовольствия. – 2023. – С. 107–110.

74. Малышева, Е. С. Оценка качественных характеристик баранины / Е. С. Малышева, Н. М. Бессонова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4. – С. 124–127.

75. Мамаев, С. Ш. Биохимический состав и качество мяса молодняка овец / С. Ш. Мамаев, Т. С. Кубатбеков, З. А. Галиева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. – № 2 (46). – С. 191–192.

76. Марзанов, Н. С. Сохранение биоразнообразия. Генетические маркеры и селекция животных (обзор) / Н. С. Марзанов, Ю. В. Саморуков, Г. В. Ескин // Сельскохозяйственная биология. – 2006. – Т. 41, № 4. – С. 3–19.

77. Маринченко, Т. Е. Повышения эффективности овцеводства в России / Т. Е. Маринченко, Т. Н. Кузьмина // Аграрная наука и инновационное развитие животноводства – основа экологической безопасности продовольствия : материалы II Национальной научно-практической конференции с международным участием (Саратов, 15–17 мая 2023 г.). – Саратов, 2023. – С. 119–124.

78. Меркурьева, Е. К. Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных / Е. К. Меркурьева. – Москва : Колос, 1970. – С. 423.

79. Методы ПЦР-ПДРФ генов CAST, IGFBP-3 и GDF9 в исследовании овец тувинской короткожирнохвостой породы / Ю. А. Юлдашбаев, К. А.

Куликова, М. И. Донгак [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 2. – С. 153–163.

80. Миссенс-мутации в кодирующей области генов GH и LEP, ассоциированные с признаками роста у овец породы советский меринос / Л. Н. Скорых, Н. С. Сафонова, Д. А. Ковалев [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2021. – № 4 (64). – С. 161–170.

81. Морфологические и биохимические показатели крови баранчиков куйбышевской породы и помесей куйбышевская × дорпер / А. В. Молчанов, К. В. Складорова, К. А. Егорова [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2023. – № 4. – С. 67–71.

82. Морфологические и биохимические показатели крови полутонкорунных овец / Б. Б. Траисов, И. С. Бейшова, Ю. А. Юлдашбаев [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 2 (94). – С. 315–319.

83. Мусаева, И. В. Генетические маркеры в мясном овцеводстве / И. В. Мусаева, Р. М. Алиева // Актуальные проблемы и перспективы рыболовства, аквакультуры и экологического мониторинга водных экосистем РФ : материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Махачкала, 30 марта 2022 г.). – Махачкала, 2022. – С. 276–281.

84. Мусаева, И. В. Генетические маркеры мясной продуктивности овец / И. В. Мусаева, Р. М. Алиева // Известия Дагестанского ГАУ. – 2022. – № 1 (13). – С. 61–64.

85. Мусаева, И. В. Использование генетических маркеров в мясном животноводстве / И. В. Мусаева, Р. М. Алиева // Сборник научных трудов по материалам Всероссийской научно-практической конференции. Агропромышленный комплекс в народном хозяйстве. – 2020. – С. 132–136.

86. Мясная продуктивность молодняка эдильбаевских овец / А. М. Давлетова, Б. Б. Траисов, К. Г. Есенгалиев [и др.] // Овцы, козы, шерстное дело. – 2018. – № 4. – С. 24–25.
87. Насирова, А. Ю. Перспективные гены-маркеры продуктивности в овцеводстве / А. Ю. Насирова, Н. В. Широкова // Аграрная наука и инновационное развитие животноводства – основа экологической безопасности продовольствия : материалы II Национальной научно-практической конференции с международным участием (Саратов, 15–17 мая 2023 г.). – Саратов, 2023. – С. 125–129.
88. Некоторые результаты скрещивания в товарном мериносовом овцеводстве / В. В. Абонеев, Ю. А. Колосов, А. Я. Куликова [и др.] // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. – 2023. – № 3 (41). – С. 84–91.
89. Никитченко, В. Е. Зависимость морфологического состава туш овец от массы и категории их упитанности / В. Е. Никитченко, Д. В. Никитченко // Все о мясе. – 2008. – № 5. – С. 39–41.
90. Ольховская, Л. В. Биохимический полиморфизм в селекции коз / Л. В. Ольховская, В. В. Абонеев. – Ставрополь : РАСХН ГНУ СНИИЖК, 2007. – 189 с.
91. Омаров, А. А. Взаимосвязь уровня резистентности с некоторыми биохимическими показателями крови, продуктивностью молодняка овец разного возраста отъема / А. А. Омаров, Л. Н. Скорых, Е. В. Никитенко // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. – 2014. – Т. 1, № 7. – С. 43–49.
92. Омаров, А. А. Мясная продуктивность, химический состав мышечной ткани молодняка создаваемого типа скороспелых овец в возрастном аспекте / А. А. Омаров, Л. Н. Скорых, Д. В. Коваленко // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. – 2016. – Т. 2, № 9. – С. 19–25.

93. Онищенко, О. Н. Анализ полиморфизма гена GDF9 у баранов-производителей породы российский мясной меринос / О. Н. Онищенко // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. – 2022. – Т. 8, № 1 (29). – С. 49–53.

94. Онищенко, О. Н. Биохимический статус крови баранов-производителей породы российский мясной меринос / О. Н. Онищенко, Е. Н. Чернобай // Актуальные проблемы и перспективы развития продуктивного и непродуктивного животноводства : сборник научных трудов по материалам Национальной научно-практической конференции, посвященной 85-летию доктора сельскохозяйственных наук, профессора Р. В. Тамаровой (Ярославль, 06 октября 2022 г.). – Ярославль, 2022. – С. 35–40.

95. Онищенко, О. Н. Гематологические показатели крови баранчиков породы российский мясной меринос в период онтогенеза / О. Н. Онищенко, А. Р. Онищенко // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам : сборник научных трудов по результатам работы VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Вологда-Молочное, 20 апреля 2023 г.). – Вологда-Молочное, 2023. – Т. 3. – С. 76–80.

96. Онищенко, О. Н. Генетический полиморфизм генов GH, GDF9 у овец породы российский мясной меринос / О. Н. Онищенко, Е. Н. Чернобай, Е. С. Суржикова // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2023. – № 2. – С. 14–17.

97. Онищенко, О. Н. Геномная и маркер ассоциативная селекция в овцеводстве / О. Н. Онищенко // Перспективные разработки молодых ученых в области ветеринарии, производства и переработки сельскохозяйственной продукции : сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции для студентов, аспирантов и молодых ученых (Ставрополь, 02 декабря 2022 г.). – Ставрополь, 2022. – С. 60–63.

98. Онищенко, О. Н. Особенности роста и развития баранчиков различных генотипов по гену гормона роста / О. Н. Онищенко, Е. Н. Чернобай,

А. Р. Онищенко // Современные достижения и актуальные проблемы животноводства : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию биотехнологического факультета и кафедр генетики и разведения сельскохозяйственных животных, технологии производства продукции и механизации животноводства, кормления сельскохозяйственных животных (Витебск, 12–13 октября 2023 г.). – Витебск, 2023. – С. 62–65.

99. Онищенко, О. Н. Экстерьерные особенности баранчиков породы российский мясной меринос разных генотипов / О. Н. Онищенко, Е. Н. Чернобай // Современные способы повышения продуктивных качеств сельскохозяйственных животных : сборник статей Международной научно-практической конференции / ФГБОУ ВО Вавиловский университет. – Саратов, 2023. – С. 43–46.

100. Оптимизация техники проведения ПЦР-ПДРФ для генотипирования овец / Ю. А. Колосов, Н. В. Широкова, Л. В. Гетманцева [и др.] // Научный журнал КубГАУ. – 2015. – № 113 (09). – С. 1–9.

101. Опыт гибридизации и перспективы его применения в овцеводстве / Л. Н. Владимиров, Г. Н. Мачахтыров, В. А. Мачахтырова [и др.] // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. – 2023. – № 28 (1). – С. 142–155.

102. Особенности полиморфизма генов CAST, GH и GDF9 у овец калмыцкой курдючной породы и помесей $\frac{1}{2}$ калмыцкая курдючная + $\frac{1}{2}$ дорпер / В. А. Погодаев, А. Н. Арилов, Н. В. Сергеева [и др.] // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2023. – № 3. – С. 12–15.

103. Особенности полиморфизма генов GH/NaеIII, GDF9/BstHNI у молодняка овец дагестанской горной породы / А. И. Суров, З. К. Гаджиев, Е. С. Суржикова [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 10. – С. 89–92.

104. Особенности полиморфизма генов GH-НаеIII, CAST-MspI у овец разных пород / А. И. Суров, З. К. Гаджиев, Е. С. Суржикова [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 7. – С. 81–84.

105. Особенности роста и развития чистопородных и помесных баранчиков при выращивании и нагуле / А. Ч. Гаглюев, А. Н. Негреева, Ю. А. Рассказова, А. М. Попов // Актуальные вопросы инновационного развития агропромышленного комплекса : материалы международной научно-практической конференции (Курск, 28–29 января 2016 г.) / Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И. И. Иванова. – Курск, 2016. – Ч. 3. – С. 11–16.

106. Оценка генетического потенциала отечественного скота по признакам высокого качества мяса на основе ДНК-маркерных систем / Г. Е. Сулимова, А. А. Федюнин, Е. А. Климов [и др.] // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2011. – № 1. – С. 62–64.

107. Оценка полиморфизма генов GDF9, BMP15 и их взаимосвязь с репродуктивными функциями овец разных пород / З. К. Гаджиев, Е. С. Суржикова, Д. Д. Евлагина [и др.] // Юг России: экология, развитие. – 2023. – Т. 18, № 3 (68). – С. 190–195.

108. Оценка селекционных признаков овец романовской породы в зависимости от полиморфизма гена гормона роста / М. В. Абрамова, А. В. Ильина, М. С. Барышева [и др.] // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. – 2022. – Т. 17, № 4. – С. 514–526.

109. Патент № 2439556 Российская Федерация, МПК G01N 33/12. Способ гистологической оценки мраморности мяса мелкого сельскохозяйственного скота : № 2010149027/15 : заявл. 30/11/2010 ; опубл. 10/01/2012 / И. И. Дмитрик, Г. В. Завгородняя, Е. П. Берлова [и др.] ; заявитель государственное научное учреждение Ставропольский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства Российской академии сельскохозяйственных наук.

110. Перспективы индустриализации овцеводства России / И. В. Церенов, Ю. А. Юлдашбаев, А. М. Абдулмуслимов [и др.] // Индустриальная экономика. – 2022. – Т. 2, № 4. – С. 190–196.

111. Петухова, Д. Д. Характеристика аллельного спектра генов GDF9, PRL, β -LG овец породы лакон / Д. Д. Петухова // Сельскохозяйственный журнал. – 2020. – № 5 (13). – С. 73–79.
112. Пищевая ценность мяса чистопородных и помесных овец / В. П. Лушников, И. Ю. Суржанская, В. И. Криштафович [и др.] // Мясная индустрия. – 2008. – № 12. – С. 14–17.
113. Племяшов, К. В. Геномная селекция – будущее животноводства / К. В. Племяшов // Животноводство России. – 2014. – № 5. – С. 2–4.
114. Погодаев В. А. Гистологические показатели длиннейшей мышцы спины и их связь с убойными и мясными качествами баранчиков различных генотипов / В. А. Погодаев, Н. В. Сергеева, И. И. Дмитрик // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 4 (72). – С. 306–310.
115. Погодаев, В. А. Полиморфизм генов кальпастина и соматотропина у овец калмыцкой курдючной породы и помесей (/ калмыцкая курдючная + / дорпер) / В. А. Погодаев, Л. В. Кононова, Б. К. Адучиев // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 3(47). – С. 141–145.
116. Погодаев, В. А. Полиморфизм комплексных генотипов генов CAST, GH, GDF9 у баранов породы шароле и молодняка с кровностью 1/2 калмыцкая курдючная \times 1/2 шароле в зависимости от живой массы и экстерьерных показателей / В. А. Погодаев, Е. С. Суржикова, Д. Д. Евлагина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 5 (103). – С. 332–339.
117. Поиск генов-кандидатов, ассоциированных с живой массой у овец северокавказской мясо-шерстной породы / Р. В. Зуев, А. Ю. Криворучко, М. Ю. Кухарук [и др.] // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2023. – № 1. – С. 123–129.
118. Показатели мясной продуктивности овец / И. Р. Газеев, З. З. Ильясова, И. Р. Самигулин [и др.] // Приоритетные и инновационные

технологии в животноводстве – основа модернизации агропромышленного комплекса России : сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции научных сотрудников и преподавателей (Ставрополь, 22 декабря 2017 г.). – Ставрополь, 2017. – С. 432–437.

119. Полиморфизм генов CAST, GH, GDF9 овец горно-алтайской породы / М. И. Селионова, Л. Н. Чижова, Е. С. Суржикова [и др.] // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2020. – Т. 50, № 1. – С. 92–100.

120. Полиморфизм генов CAST, GH, GDF9 овец дагестанской горной породы / А. А. Оздемиров, Л. Н. Чижова, А. А. Хожоков [и др.] // Юг России: экология, развитие. – 2021. – Т. 16, № 2 (59). – С. 39–44.

121. Полиморфизм генов CAST и GH у баранов-производителей породы российский мясной меринос / О. Н. Онищенко, Е. Н. Чернобай, Е. С. Суржикова [и др.] // Зоотехния. – 2022. – № 5. – С. 16–18.

122. Полиморфизм генов GH, CAST у овец породы дагестанская горная, анализ ассоциаций их генотипов с показателями иммунобиологического статуса / А. А. Оздемиров, Р. А. Акаева, Е. М. Алиева, [и др.] // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2022. – № 5. – С. 61–65.

123. Полиморфизм генов GH/HAЕIII И GDF9/ASPLEI, генетическая изменчивость, ассоциация их генотипов с иммунным статусом у овец разных пород, разводимых в различных природно географических зонах / А. А. Оздемиров, А. И. Суров, Е. С. Суржикова [и др.] // Юг России: экология, развитие. – 2022. – Т. 17, № 3 (64). – С. 78–84.

124. Полиморфизм генов гормона роста (GH) и кальпастина (CAST) у мясошерстных овец / Л. Н. Скорых, И. О. Фоминова, Е. С. Суржикова [и др.] // Главный зоотехник. – 2020. – № 7. – С. 6–11.

125. Полиморфизм генов кальпастина (CAST), соматотропина (GH), дифференциального фактора роста (GDF 9) у овец породы российский мясной меринос от межлинейного спаривания баранов линии ме-50 и овцематок

линии ас-30 / Н. А. Резун, Е. Н. Чернобай, Д. Д. Евлагина [и др.] // Аграрный вестник Северного Кавказа. – 2023. – № 2 (50). – С. 30–34.

126. Полиморфизм генов соматотропина (GH), кальпастина (CAST), дифференциального фактора роста (GDF 9) у овец татарстанской породы / В. П. Лушников, Т. О. Фетисова, М. И. Селионова [и др.] // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2020. – № 1. – С. 2–3.

127. Полиморфизм ДНК-маркеров мясосальных пород овец Казахстана по генам гормона роста (GH2) и инсулиноподобного фактора роста 1 (IGF-1) / Н. Б. Муханов, Ю. А. Юлдашбаев, Б. Б. Траисов [и др.] // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. – 2020. – № 2 (105). – С. 52–58.

128. Полиморфизмы генов GH и GDF9, ассоциированные с показателями роста у овец породы маньчжский меринос / Л. Н. Скорых, А. В. Суховеева, А. В. Скокова [и др.] // Ветеринария и кормление. – 2023. – № 5. – С. 73–77.

129. Полногеномный анализ ассоциаций с продуктивными и репродуктивными признаками у молочного скота в российской популяции голштинской породы / А. А. Сермягин, Е. А. Гладырь, С. Н. Харитонов [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – Т. 51, № 2. – С. 182–193.

130. Полногеномный поиск ассоциаций (GWAS) продуктивных показателей овец эдильбаевской породы / Б. Б. Траисов, А. М. Давлетова, Г. К. Есеева [и др.] // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2023. – № 2 (49). – С. 43–47.

131. Породные особенности аллельного профиля генов, контролирующей молочную продуктивность крупного рогатого скота / М. И. Селионова, Л. Н. Чижова, Е. С. Суржикова [и др.] // АгроЗооТехника. – 2019. – Т. 2, № 1. – С. 3.

132. Проблемы и перспективы развития овцеводства на Юге России / В. И. Комлацкий, И. Ф. Горлов, В. А. Бараников [и др.] // Зоотехния. – 2019. – № 2. – С. 6–12.

133. Проблемы повышения конкурентоспособности овцеводства / В. В. Абонеев, В. В. Марченко, Д. В. Абонеев [и др.] // Инновации в производстве продуктов питания: от селекции животных до технологии пищевых производств : материалы Международной научно-практической конференции (пос. Персиановский, 08 февраля 2018 г.) / ФГБОУ ВПО "Донской государственный аграрный университет". – Пос. Персиановский, 2018. – С. 221–225.

134. Рост и развитие помесных мясошерстных овец, полученных на основе использования генофонда импортной селекции / С. К. Шауенов, Е. И. Исламов, С. Нарбаев [и др.] // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. – 2016. – № 3 (90). – С. 88–93.

135. Руководство по определению резистентности у овец : метод. рек. для научных сотрудников, зооветспециалистов, работников племобъединений, аспирантов, студентов биологич. фак-тов ВУЗов / Л. Н. Чижова, А. К. Михайленко, Л. В. Ольховская [и др.] / СНИИЖК. – Ставрополь, 2013. – 25 с.

136. Сазонова, И. А. Аминокислотный состав мяса молодняка овец цыгайской породы в зависимости от условий содержания / И. А. Сазонова // Вестник современных исследований. – 2018. – № 4 (19). – С. 65–166.

137. Саприкина, Т. Ю. Новые генетические маркеры прижизненных параметров мясной продуктивности у овец породы джалгинский меринос / Т. Ю. Саприкина, А. Ю. Криворучко, А. А. Каниболоцкая // Инновационные достижения науки и техники АПК. – 2023. – С. 506–510.

138. Свидетельство 2022612748 Российская Федерация. Учебное пособие "Цифровой модуль для выявления генов с помощью ДНК-маркеров продуктивных и биологических особенностей сельскохозяйственных животных" : программа для ЭВМ : № 2022611760 : заявл. 13.02.2022 : опубл. 28.02.2022 / Дмитриев А. Ф., Агарков А. В., Агарков Н. В., Онищенко А. Р., Онищенко О. Н. – Бюл. № 3. – 82,48 Мб.

139. Свидетельство 2022612749 Российская Федерация. Учебное пособие "Оценка мясной продуктивности и качества мяса на основе биохимических показателей крови в раннем неонатальном периоде у сельскохозяйственных животных" : программа для ЭВМ : № 2022611814 : заявл. 13.02.2022 : опубл. 28.02.2022 / Дмитриев А. Ф., Агарков А. В., Агарков Н. В., Онищенко А. Р., Онищенко О. Н. – Бюл. № 3. – 82,48 Мб.

140. Свидетельство 2022612849 Российская Федерация. Учебное пособие "Система селекционно-генетической оценки значимых стад импортных пород сельскохозяйственных животных с учетом адаптации и акклиматизации" : программа для ЭВМ : № 2022611775 : заявл. 11.02.2022 : опубл. 01.03.2022 / Дмитриев А. Ф., Агарков А. В., Агарков Н. В., Онищенко А. Р., Онищенко О. Н. – Бюл. № 3. – 82,48 Мб.

141. Свидетельство 2023665126 Российская Федерация. Программа для определения генетической структуры овец породы российский мясной меринос по гену GDF9 : программа для ЭВМ : № 2023663718 : заявл. 30.06.2023 : опубл. 12.07.2023 / Онищенко О. Н. – Бюл. № 7. – 4,1 Мб.

142. Свидетельство 2023667997 Российская Федерация. Программа для определения генетической структуры овец породы российский мясной меринос по гену GN : программа для ЭВМ : № 2023663786 : заявл. 26.06.2023 : опубл. 22.08.2023 / Агарков А. В., Онищенко О. Н., Чернобай Е. Н., Онищенко А. Р. – Бюл. № 9. – 4,0 Мб.

143. Селекционно-генетические методы создания новых пород и линий сельскохозяйственных животных : учебное пособие / Е. Н. Чернобай, Т. И. Антоненко, Н. А. Агаркова; Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь, 2020. – С. 257

144. Селионова, М. И. Геномные технологии в селекции сельскохозяйственных животных / М. И. Селионова, А. М. М. Айбазов // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. – 2014. – Т. 1, № 7 (1). – С. 140–145.

145. Селионова, М. И. К вопросу генетического улучшения плодовитости овец / М. И. Селионова, А. М. М. Айбазов // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 3. – С. 108–127.

146. Селионова, М. И. Приоритеты развития и научного обеспечения овцеводства и козоводства в России / М. И. Селионова, Г. Т. Бобрышова // Сборник научных трудов Северо-Кавказского научно-исследовательского института животноводства. – 2017. – № 6. – С. 166–171.

147. Селионова М.И., Криворучко А.Ю. Полиморфизм генов транскрипционных факторов MEF2B и SEBPB как маркер мясной продуктивности овец // Современные достижения и проблемы генетики и биотехнологии в животноводстве : материалы междунар. науч. конф., посвященной 90- летию академика Л.К. Эрнста / ФГБНУ ФНЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста. – Дубровицы, ВИЖ, 2019. С 184-188.

148. Селекционно-генетические параметры живой массы и экстерьерных показателей молодняка овец эдильбаевской породы / Н. Н. Пушкарев, М. С. Сеитов, С. А. Белов [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 1 (69). – С. 198–200.

149. Сергеева, Н. В. Влияние генотипа на гематологические показатели молодняка овец / Н. В. Сергеева, В. А. Погодаев // Новости науки в АПК. – 2018. – № 2 (11). – С. 471–475.

150. Скорых, Л. Н. Аллельные и генотипические варианты полиморфизма генов GH, GDF9 у овец породы маньчжский меринос / Л. Н. Скорых, А. В. Суховеева, Е. С. Суржикова // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2022. – № 2. – С. 22–25.

151. Скорых, Л. Н. Ассоциация между полиморфизмом гена гормона роста и параметрами мясной продуктивности у овец породы советский меринос / Л. Н. Скорых, Н. С. Сафонова, Н. И. Ефимова // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2022. – № 2. – С. 15-17.

152. Современное состояние и методы повышения продуктивности овец / Е. Н. Чернобай, Н. А. Резун, О. Н. Онищенко [и др.] // Геномика и

биотехнологии в сельском хозяйстве : сборник научных статей по материалам пленарного заседания 88-й научно-практической конференции ФГБОУ ВО «Ставропольский ГАУ» «Аграрная наука – Северо-Кавказскому федеральному округу» (Ставрополь, 01 июня 2023 г.). – Ставрополь, 2023. – С. 48–52.

153. Современные тенденции развития Российского овцеводства разного направления продуктивности / Л. Н. Григорян, С. А. Хататаев, Г. Н. Хмелевская [и др.] // Зоотехния. – 2019. – № 5. – С. 10–12.

154. Созинова, И. В. Гистологические особенности длиннейшей мышцы спины у овец западно-сибирской мясной породы в постнатальном онтогенезе / И. В. Созинова, Ю. М. Малофеев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 7 (129). – С. 120–124.

155. Состояние и перспектива развития овцеводства России / Н. А. Балакирев, Ф. Р. Фейзуллаев, В. Д. Гончаров // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2019. – № 1(26). – С. 58–63.

156. Состояние овцеводства в Российской Федерации в 2021-2022 гг. / А. Б. Оришев, И. Н. Сычева, Е. В. Пахомова [и др.] // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2023. – № 3. – С. 19–21.

157. Сохранение и рациональное использование генофонда животных / В. А. Багиров, Ш. Н. Насибов, П. М. Кленовицкий [и др.] / Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2009. – № 2. – С. 37–40.

158. Способ гистологической оценки качественных показателей мясной продуктивности овец с учетом морфоструктуры тканей : метод. указания / И. И. Дмитрик, Г. В. Завгородняя, Е. П. Берлова [и др.] / Всероссийский научно-исследовательский институт овцеводства и козоводства. – Ставрополь, 2010. – 16 с.

159. Тенлибаева, А. С. Морфологические и биохимические показатели крови овец при разном соотношении кальция и фосфора в рационе / А. С. Тенлибаева // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2012. – № 1. – С. 74–75.

160. Убойные и мясные показатели помесного молодняка овец различных генотипов / В. В. Светлов, А. Ю. Саенко, А. В. Молчанов [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2023. – № 10. – С. 124–127.

161. Ульянов, А. Н. Повышение мясной и шерстной продуктивности - неотложные проблемы овцеводства России / А. Н. Ульянов, А. Я. Куликова // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2013. – № 2. – С. 19–24.

162. Установление генетических связей между различными породами овец республики Казахстан с использованием ДНК-микросателлитов / А. А. Бурабаев, Н. С. Марзанов, С. Н. Мамадалиев [и др.] // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. Серия ветеринарных, биологических и сельскохозяйственных наук. – 2009. – № 2. – С. 140–144.

163. ФАОСТАТ. Статистический отдел. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций. Статистическая база данных в области продовольствия и сельского хозяйства. – URL : <https://www.fao.org/faostat/en/#home> (дата обращения: 27.02.2024)

164. Фоминова, И. О. Геномная селекция, ДНК-маркеры в овцеводстве / И. О. Фоминова // Биотехнология: взгляд в будущее : материалы IV Международной научно-практической конференции (Ставрополь, 26–27 апреля 2018 г.) / Ставропольский государственный медицинский университет. – Ставрополь, 2018. – С. 188–191.

165. Характеристика аллелофонда овец едилбайской породы по полиморфизму ДНК-маркеров / А. Т. Бисембаев, Ю. А. Юлдашбаев, Д. Б. Смагулов [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 103. – С. 260–264.

166. Хозяйственно-биологические особенности и рациональное использование овец разного генетического потенциала в условиях юга России / Н. В. Широкова, М. И. Сложенкина, Е. Ю. Анисимова [и др.]; Поволжский НИИ производства и переработки мясомолочной продукции ; Донской

государственный аграрный университет. – Волгоград : ООО "Сфера", 2021. – 140 с.

167. Широкова, Н. В. Гематологические показатели, резистентность молодняка помесных овец / Н. В. Широкова, А. Н. Карабиневский // Ветеринарная патология. – 2014. – № 3 (49). – С. 109–112.

168. Широкова, Н. В. Генетическое детерминирование плодовитости овец / Н. В. Широкова // Молодой ученый. – 2013. – № 6 (53). – С. 785–787.

169. Щербатов, В. И. Методы комплексной оценки и ранней диагностики продуктивности сельскохозяйственных животных : учеб. пособие / В. И. Щербатов, И. Н. Тузов, А. Г. Дикарев. // Краснодар : КубГАУ. – 2016. – С. 219.

170. Щугорева, Т. Э. Производство и оценка качества продукта из мяса баранчиков разного генотипа / Т. Э. Щугорева, А. Ч. Гаглоев, А. Н. Негреева // Наука и Образование. – 2020. – Т. 3, № 3. – С. 251.

171. Экстерьерные особенности овец различного направления продуктивности / А. К. Хамзина, Д. Б. Смагулов, К. П. Хамзин [и др.] // Наука и образование. – 2022. – № 3 (68). – С. 38–54.

172. Экстерьерные особенности помесного молодняка овец / Ю. А. Колосов, А. С. Дегтярь, Т. С. Романец [и др.] // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2022. – № 1 (68). – С. 145–149.

173. Growth hormone gene polymorphisms of Indonesia fat tailed sheep using PCR-RFLP and their relationship with growth traits / A. Malewa, L. Hakim, S. Maylinda [et al.] // Livestock Research for Rural Development. – 2014. – Vol. 26.

174. A frameshift deletion in the GDF9 gene in Icelandic Loa prolific sheep / L. Holm, C. Bendixen, E. Eythorsdottir [et al.] // Anim Genet. – 2022. – № 53 (2). – P. 220–223.

175. A selection signatures study among Middle Eastern and European sheep breeds / S. Eydivandi, M. Roudbar, S. Ardestani [et al.] // J. Anim. Breed Genet. – 2021. – № 138 (5). – P. 574–588.

176. Al-Khuzai, F. L. J. Polymorphism of GDF9 (exon-1) gene and its association with milk production and prolificacy of Awassi sheep / F. L. J. Al-Khuzai, J. R. Ahmed // *Plant Archives*. – 2019. – №19 (2). – P. 4037–4040.
177. Al-Sahuki, B. T. J. Study of growth hormone gene and its relationship to weaning weight in goat / B. T. J. Al-Sahuki, A. A. Al-Rawiand, A. A. Abbas // *J. Anbar Agric. Sci.* – 2017. – № 2 (9). – P. 23–30.
178. Al-Salihi, A. A. Genotypes relationship of Growth hormone gene polymorphism with some productive and reproductive trait in Awassi sheep / A. A. Al-Salihi, B. Q. Al-Saadi, N. N. Al-Anbari // *Journal of Biotechnology Research Center*. – 2017.
179. Association Analysis between Exon II of GH Gene and Growth Traits in Sheep / J. Bai, J. Li, Y. Chen [et al.] // *Pakistan Journal Zool.* – 2021. – P. 1–3.
180. Association between the GHR, GHRHR, and IGF1 gene polymorphisms and milk yield and quality traits in Sarda sheep // M. Dettori, M. Pazzola, P. Paschino [et al.] // *J. Dairy. Sci.* – 2018. – Vol. 101, № 11. – P. 9978–9986.
181. Association of BMPR-1B and GDF9 genes polymorphisms and secondary protein structure changes with reproduction traits in Mehraban ewes / R. Abdoli, P. Zamani, A. Deljou [et al.] // *Gene*. – 2013. – № 524. – P. 296–303.
182. Association of MTNR1A and GDF9 gene alleles with the reproductive performance, response to oestrus induction treatments and prolificacy, in improved and non-improved local indigenous sheep breeds / D. Antonopoulou, I. Giantsis, G. Symeon [et al.] // *Reprod. Domest. Anim.* – 2023. – № 58 (11). – P. 1532–1541.
183. Bayesian estimate of genetic parameters for growth traits in Lori Bakhtiari sheep / M. Ghaderi-Zefrehei, A. Safari, M. Moridi [et al.] // *Trop. Anim. Health. Prod.* – 2021. – № 53 (5). – P. 457.
184. Bayraktar, M. Estimation of the associations between GH and DGAT1 genes and growth traits by using decision tree in Awassi sheep / M. Bayraktar, O. Shoshin // *Animal biotechnology*. – 2022. – № 33 (1). – P. 167–173.

185. Beerman, D. H. Impact of composition manipulation on lamb production in the United States / D. H. Beerman, T. F. Hogio // *J. Anim. Sci.* – 2019. – № 73. – P. 2493–2502.
186. Breeding strategies for animal resilience to weather variation in meat sheep / E. Sanchez-Molano, V. Kapsona, S. Oikonomou [et al.] // *BMC Genet.* – 2020. – № 21 (1). – P. 116.
187. 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. Gorlov, N. Shirokova, A. Randelin [et al.] // *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences.* – 2016. – Vol. 40, № 4. – P. 399–405.
188. Co-expression of candidate genes regulating growth performance and carcass traits of Barki lambs in Egypt / N. Ghanem, M. Zayed, I. Mohamed [et al.] // *Trop. Anim. Health. Prod.* – 2022. – № 54 (5). – P. 260.
189. Combined approaches identify known and novel genes associated with sheep litter size and non-seasonal breeding / L. Tao, X. Wang, Y. Zhong [et al.] // *Anim. Genet.* – 2021. – Vol. 52, № 6. – P. 857–867.
190. Copy number variants in genomes of local sheep breeds from Russia / A. Igoshin, T. Deniskova, A. Yurchenko [et al.] // *Anim Genet.* – 2022. – № 53 (1). – P. 119–132.
191. Dekkers, J. Multifactorial genetics: The use of molecular genetics in the improvement of agricultural populations / J. Dekkers, F. Hospital // *Nat. Rev. Genet.* – 2002. – № 3. – P. 22.
192. Detecting novel Indel variants within the GHR gene and their associations with growth traits in Luxi Blackhead sheep / Z. Akhatayeva, H. Li, C. Mao [et al.] // *Anim. Biotechnol.* – 2022. – № 33 (2). – P. 214–222.
193. Detection of genetic variations in the GDF9 and BMP15 genes in Kazakh meat-wool sheep / M. Amandykova, Z. Orazymbetova, T. Kapassuly [et al.] // *Arch Anim Breed.* – 2023. – № 66 (4). – P. 401–409.

194. Detection of polymorphism in booroola gene and growth differentiation factor 9 in Lori sheep breed / S. Nanekarani, M. Goodarzi, S. Khederzadeh [et al.] // *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. – 2016. – № 15 (8). – P. 1605–1611.
195. Dodds, K. G. Genetic evaluation using parentage information from genetic markers / K. G. Dodds, M. L. Tate, J. A. Sise // *J. Anim. Sci.* – 2005. – № 83 (10). – P. 2271–2279.
196. Effect of cooking on the nutritive quality, sensory properties and safety of lamb meat: Current challenges and future prospects / R. Suleman, Z. Wang, R. Aadil [et al.] // *Meat Sci.* – 2020. – № 167.
197. Effect of GH gene polymorphisms on biometric traits in Makooeishoep / A. Hajihosseini, A. Semsarnejad, E. Abollow [et al.] // *Ann. Biol. Res.* – 2013. – № 4 (6). – P. 351–355.
198. Effect of the GDF9 gene on the weight of lambs at birth / L. Getmantseva, N. Bakoev, S. Bakoev [et al.] // *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. – 2019. – Vol. 25, № 1. – P. 153–157.
199. Effects of genetic polymorphism at the growth hormone gene on growth traits in Makooei sheep / C. Moradian, N. Mohamadi, S. Sheshdeh [et al.] // *J. Exp. Biol.* – 2013. – № 3. – P. 101–105.
200. Estimates of genomic heritability and genome-wide association studies for blood parameters in Akkaraman sheep / Y. Arzik, M. Kizilaslan, S. White [et al.] // *Sci. Rep.* – 2022. – № 12 (1). – P. 1–13.
201. Evaluating the welfare of extensively managed sheep / C. Munoz, A. Campbell, P. Hemsworth [et al.] // *PLoS One*. – 2019. – № 14 (6). – P. 2.
202. Extensive Sheep and Goat Production: The Role of Novel Technologies towards Sustainability and Animal Welfare / S. Silva, L. Sacarrão-Birrento, M. Almeida [et al.] // *Animals (Basel)*. – 2022. – Vol. 12, № 7. – P. 885–892.
203. Factors influencing the efficiency of a marker-assisted introgression programme in Merino sheep / S. Dominik, J. Henshall, J. O'grady [et al.] // *Genetics, selection, evolution: GSE*. - *BioMed Central*. – 2007. – Vol. 39, № 5. – P. 495–511.

204. Genes and Pathways Affecting Sheep Productivity Traits: Genetic Parameters, Genome-Wide Association Mapping, and Pathway Enrichment Analysis / S. Esmaeili-Fard, M. Gholizadeh, S. Hafezian [et al.] // *Front. Genet.* – 2021. – Vol. 12. – P. 1–16.
205. Genetic and economic benefits of selection based on performance recording and genotyping in lower tiers of multi-tiered sheep breeding schemes / B. Santos, J. van der Werf, J. Gibson [et al.] // *Genet. Sel. Evol.* – 2017. – Vol. 49, № 1. – P. 10.
206. Genetic basis of muscle-related traits in sheep: a review / R. Talebi, M. Ghaffari, M. Zeinalabedini // *Anim. Genet.* – 2022. – № 53 (6). – P. 723–739.
207. Genetic correlations between meat quality traits and growth and carcass traits in Merino sheep / S. I. Mortimer, N. M. Fogarty, J. H. J. van der Werf [et al.] // *J. Anim. Sci.* – 2018. – № 96 (9). – P. 3582–3598.
208. Genetic diversity in farm animals a review / L. Groeneveld, J. Lenstra, H. Eding [et al.] // *Anim. Genet.* – 2010. – № 1. – P. 6–31.
209. Genetic mapping of ovine growth differentiation factor 9 (GDF9) to sheep chromosome / M. Sadighi, K. Bodensteiner, A. Beattie [et al.] // *Anim. Genet.* – 2002. – Vol. 33. – № 3. – P. 244–245.
210. Genetic polymorphism of candidate genes for fecundity traits in Egyptian sheep breeds / I. Barakat, L. Salem, N. Daoud [et al.] // *Biomed. Res.* – 2017. – № 28 (2). – P. 851–857.
211. Genetic polymorphisms of fecundity genes in Watish Sudanese desert sheep / S. Mohamed, R. Ahmed, K. Jawasreh [et al.] // *Vet. World.* – 2019. – Vol. 13, № 4. – P. 614–621.
212. Genetic variation of growth hormone gene in Iraqi sheep breeds / Z. M. Mahdi, Y. A. Hadi, A. A. Mnati [et al.] // *Biochemical and Cellular Archives.* – 2018. – Vol. 18. – P. 1233–1237.
213. Genetics of the phenotypic evolution in sheep: a molecular look at diversity-driving genes / P. Kalds, S. Zhou, Y. Gao [et al.] // *Genet Sel Evol.* – 2022. – № 54 (1). – P. 61.

214. Genome-wide analysis reveals population structure and selection in Chinese indigenous sheep breeds / C. Wei, H. Wang, G. Liu [et al.] // *BMC Genomics*. – 2015. – № 16 (1). – P. 194.
215. Genome-wide association study of birth weight in sheep / M. Ghasemi, P. Zamani, M. Vatankhah [et al.] // *Animal*. – 2019. – Vol. 13, № 9. – P. 1797–1803.
216. Genome-wide association study of body weight and conformation traits in neonatal sheep / L. Tao, X. He, L. Pan [et al.] // *Anim. Genet.* – 2020. – Vol. 51. № 2. – P. 336–340.
217. Genomic prediction based on selected variants from imputed whole-genome sequence data in Australian sheep populations / N. Moghaddar, M. Khansefid, J. van der Werf [et al.] // *Genet. Sel. Evol.* – 2019. – Vol. 51, № 1. – P. 1–14.
218. Genomic prediction in a numerically small breed population using prioritized genetic markers from whole-genome sequence data / N. Moghaddar, D. Brown, A. Swan [et al.] // *J. Anim. Breed. Genet.* – 2022. – Vol. 139, № 1. – P. 71–83.
219. Genomic selection strategies to improve maternal traits in Norwegian White Sheep / M. Lillehammer, A. Sonesson, G. Klemetsdal [et al.] // *J. Anim. Breed Genet.* – 2020. – № 137 (4). – P. 384–394.
220. Genotyping of *BMPR1B*, *BMP15* and *GDF9* genes in Chilean sheep breeds and association with prolificacy / E. Paz, J. Quinones, S. Bravo // *Genet.* – 2015. – № 46 (1). – P. 98–99.
221. Goddard, M. Genomic selection / M. Goddard, B. Hayes // *J. Anim. Breed Genet.* – 2007. – № 124 (6). – P. 323–330.
222. Growth hormone gene polymorphisms of Indonesia fat tailed sheep using PCR-RFLP and their relationship with growth traits / A. Malewa, L. Hakim, S. Maylinda [et al.] // *Livestock Research for Rural Development*. – 2014. – Vol. 26, № 6.

223. Haematological, biochemical and selected acute phase protein reference intervals for weaned female Merino lambs / M. Lephherd, P. Canfield, G. Hunt // *Aust. Vet J.* – 2009. – № 87 (1). – P. 5–11.
224. Hafezian, S. Genetic polymorphism BMP15 and GDF9 genes in Sangsari sheep of Iran / S. Hafezian // *Int. J. Genet. Mol. Biol.* – 2011. – № 3 (1). – P. 31–34.
225. Hoffmann, I. Climate change and the characterization, breeding and conservation of animal genetic resources / I. Hoffmann // *Anim. Genet.* – 2010. – № 1. – P. 32–46.
226. Hossain, F. Association of GDF9 gene polymorphisms with litter size in indigenous sheep of Bangladesh / F. Hossain, S. A. Suma, M. S. A. Bhuiyan // *Research in Agriculture Livestock and Fisheries.* – 2020. – № 7 (2). – P. 283–292.
227. Identification of copy number variation in Tibetan sheep using whole genome resequencing reveals evidence of genomic selection / H. Shi, T. Li, M. Su, [et al.] // *BMC Genomics.* – 2023. – № 24 (1). – P. 555.
228. Increasing the meat productivity of lambs by crossing merino ewes and smoothkoshier sheep / Yu. A. Kolosov, N. G. Chamurliev, A. S. Degtyar [et al.] // *Proceedings of nizhnevolzskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education.* – 2019. – № 4 (56). – P.135–140.
229. Indicators of fatty acids and nutritional properties of Karakul sheep meat / O. Murariu, F. Murariu, G. Frunze [et al.] // *Nutrients.* – 2023. – № 15 (4). – P. 1061.
230. Invited review: Genomic selection for small ruminants in developed countries: how applicable for the rest of the world / R. Mrode, G. Tarekegn, J. Mwacharo [et al.] // *Animal.* – 2018. – № 12 (7). – P. 1333–1340.
231. Ismailov, I. S. Correlative interdependence of fertility and reproduction of sheep queens of the North Caucasian meat and wool breed with wool and live weight / I. S. Ismailov, N. V. Tregubova, M. S. Seitov // *Izvestia Orenburg State Agrarian University.* – 2021. – № 89 (3). – P. 296–300.

232. Johns, J. Hematologic Conditions of Small Ruminants / J. Johns, M. Heller // *Vet. Clin. North. Am Food Anim. Pract.* – 2021. – № 37 (1). – P. 183–197.
233. Krivoruchko, A. Candidate genes for productivity identified by genome-wide association study with indicators of class in the Russian meat merino sheep breed / A. Krivoruchko, O. Yatsyk, E. Safaryan // *Vavilovskii Zhurnal Genet Seleksii.* – 2020. – Vol. 24, № 8. – P. 836–843.
234. Meat Productivity and Exterior Features of Russian Meat Merino Sheep of Linear Origin / E. N. Chernobai, O. N. Onischenko, V. I. Konoplev [et al.] // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Veliky Novgorod, 07 october 2021).* – Veliky Novgorod, 2021. – P. 012014.
235. Meat productivity of sheep of the Altai Mountain breed of different genotypes according to the CAST and GDF9 genes / M. I. Selionova, L. N. Chizhova, E. S. Surzhikova [et al.] // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. (Veliky Novgorod, 22 октября 2020 г.).* – Veliky Novgorod, 2020.
236. Model of Tsigai breed' meat quality improvement in pure breeding / P. S. Ostapchuk, S. A. Yemelianov, L. N. Skorykh [et al.] // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences.* – 2018. – Vol. 9, № 3. – P. 756–764.
237. Mutations in the genes for oocyte derived growth factors GDF9 and BMP15 are associated with both increased ovulation rate and sterility in Cambridge and Belclare sheep (*Ovis aries*) / J. Hanrahan, S. Gregan, P. Mulsant [et al.] // *Biology of Reproduction.* – 2004. – Vol. 70, № 4. – P. 900–909.
238. Negahdary, M. PCR-SSCP variation of IGF1 and PIT1 genes and their association with estimated breeding values of growth traits in Makooei sheep / M. Negahdary, A. Hajihosseini, A. Marziyeh // *Genetics Research International.* – 2013. – P. 1–6.
239. Nucleotide Sequence Variation in the Insulin-Like Growth Factor 1 Gene Affects Growth and Carcass Traits in New Zealand Romney Sheep / S. Li, H. Zhou, F. Zhao [et al.] // *DNA Cell Biol.* – 2021. – № 40 (2). – P. 265–271.

240. Objectives, criteria and methods for using molecular genetic data in priority setting for conservation of animal genetic resources / P. Boettcher, M. Tixier-Boichard, M. Toro [et al.] // *Anim. Genet.* – 2010. – № 1. – P. 64–77.
241. Olschewsky, A. An Overview of the Use of Genotyping Techniques for Assessing Genetic Diversity in Local Farm Animal Breeds / A. Olschewsky, D. Hinrichs // *Animals (Basel)*. – 2021. – Vol. 11, № 7. – P. 1–17.
242. Phylogenetic Analysis of Russian Native Sheep Breeds Based on mtDNA Sequences / O. Koshkina, T. Deniskova, A. Dotsev [et al.] // *Genes (Basel)*. – 2023. – № 14 (9). – P. 1701.
243. Physiological and haematological indices suggest superior heat tolerance of white-coloured West African Dwarf sheep in the hot humid tropics / A. Fadare, S. Peters, A. Yakubu [et al.] // *Trop. Anim. Health. Prod.* – 2013. – № 45 (1). – P. 157–165.
244. Platten, J. D. Criteria for evaluating molecular markers: Comprehensive quality metrics to improve marker-assisted selection. / J. D. Platten, J. N. Cobb, R. E. Zantua // *PLOS ONE*. – 2019. – № 14 (1). – P. 1–20.
245. Polymorphism Detection of GDF9 Gene and Its Association with Litter Size in Luzhong Mutton Sheep (*Ovis aries*) / F. Wang, M. Chu, L. Pan [et al.] // *Animals (Basel)*. – 2021. – № 11 (2). – P. 571.
246. Polymorphism in the coding region sequence of GDF8 gene in indian sheep / M. Pothuraju, S. Mishra, S. Kumar [et al.] // *Genetika*. – 2015. – № 51 (11). – P. 1297–300.
247. Polymorphism of BMPR1B, BMP15 and GDF9 fecundity genes in prolific Garole sheep / S. Polley, S. De, B. Brahma [et al.] // *Trop. Anim. Health. Prod.* – 2010. – № 42. – P. 985–993.
248. Polymorphism of Fecundity Genes (FecB, FecX, and FecG) in the Indian Bonpala Sheep / J. Roy, S. Polley, S. De [et al.] // *Animal. Biotechnology*. – 2011. – № 22 (3). – P. 151–162.

249. Population structure and genetic diversity of 25 Russian sheep breeds based on whole-genome genotyping / T. Deniskova, A. Dotsev, M. Selionova [et al.] // *Genet. Sel. Evol.* – 2018. – Vol. 50, № 1. – P. 29.
250. Recent advances in understanding genetic variants associated with growth, carcass and meat productivity traits in sheep (*Ovis aries*): an update / A. Zlobin, N. Volkova, P. Borodin [et al.] // *Arch. Anim. Breed.* – 2019. – Vol. 62, № 2. – P. 579–583.
251. Regulation of GDF9 and CDKN1B expression in Tibetan sheep testes during different stages of maturity / H. Wang, X. Wang, T. Li [et al.] // *Gene Expr. Patterns.* – 2022. – № 43.
252. Review on Genomic Regions and Candidate Genes Associated with Economically Important Production and Reproduction Traits in Sheep (*Ovis aries*) / G. Gebreselassie, H. Berihulay, L. Jiang [et al.] // *Animals (Basel)*. – 2019. – Vol. 10, № 1. – P. 33–45.
253. Selection signatures in worldwide sheep populations / M. Fariello, B. Servin, G. Tosser-Klopp [et al.] // *PLoS One.* – 2014. – Vol. 9, № 8. – P. 1–12.
254. Selionova, M. I. Polymorphism of the gene GDF9 in sheep of Prikatun type of Altai Mountains breed and its correlation with indices of meat rate productivity / M. I. Selionova, N. A. Podkorytov // *Theory and Practice of Meat Processing.* – 2021. – Vol. 6, № 1. – P. 4–9.
255. Short report: Spatial distribution and growth of sheep farming in Brazilian Amazon // A. Bezerra, C. Souza, M. Santos [et al.] // *PLoS One.* – 2022. – № 17 (12).
256. Shorten, P. R. The effect of reproductive loss on the performance of a research flock. / P. R. Shorten, S. J. Edwards, J. L. Juengel // *J. Anim. Sci.* – 2020. – № 98 (3).
257. Single nucleotide polymorphisms in the growth hormone and IGF type-1 (IGF1) genes associated with carcass traits in Santa Ines sheep / A. Meira, H. Montenegro, L. Coutinho [et al.] // *Animal.* – 2019. – № 13 (3). – P. 460–468.

258. Study of the correlation between GH gene polymorphism and growth traits in sheep / J. L. Jia, L. P. Zhang, J. P. Wu [et al.] // *Genet. Mol. Res.* – 2014. – № 13 (3). – P. 7190–7200.

259. The Effect of Integrating Genomic Information into Genetic Evaluations of Chinese Merino Sheep / C. Wei, H. Luo, B. Zhao [et al.] // *Animals (Basel)*. – 2020. – № 10 (4). – P. 569.

260. The growth hormone gene polymorphism and its relationship to performance and carcass features in Egyptian Awassi lambs / S. El-Mansy, M. Naiel, I. Abu El-Naser [et al.] // *Heliyon*. – 2023. – № 9 (3).

261. The pattern of runs of homozygosity and genomic inbreeding in worldwide sheep populations / M. Nosrati, H. Asadollahpour Nanaei, A. Javanmard [et al.] // *Genomics*. – 2021. – Vol. 113, № 3. – P. 1407–1415.

262. Valencia, C. Association of single nucleotide polymorphisms in the CAPN, CAST, LEP, GH, and IGF-1 genes with growth parameters and ultrasound characteristics of the Longissimus dorsi muscle in Colombian hair sheep / C. Valencia, L. Franco, D. Herrera // *Trop. Anim. Health. Prod.* – 2022. – Vol. 54, № 1. – P. 82–89.

263. Zhao, Z. Applications of genome selection in sheep breeding / Z. Zhao, L. Zhang // *Yi Chuan*. – 2019. – Vol. 41, № 4. – P. 293–303.

ПРИЛОЖЕНИЯ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и стратегическому развитию ФГБОУ ВО «Ставропольского государственного аграрного университета»,
д-р. с. х. н. профессор



_____ А.Н. Бобрышев

_____ 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ

Председатель СПК колхоз-племзавод имени Ленина, с. Арзгир, Арзгирского района, Ставропольского края



_____ А.И. Штельмах

«24» _____ 2024 г.

АКТ

**внедрения результатов научно-исследовательских
опытно-конструкторских и технологических работ**

Мы, нижеподписавшиеся, представители ФГБОУ ВО «Ставропольского государственного аграрного университета», заведующий базовой кафедрой частной зоотехнии, селекции и разведения животных, доктор биологических наук, профессор Чернобай Евгений Николаевич, аспирантка института ветеринарии и биотехнологий Онищенко Ольга Николаевна с одной стороны, и представители СПК колхоз-племзавод имени Ленина с. Арзгир, Арзгирского района, СК председатель Штельмах Анатолий Иванович, главный зоотехник Куприян Антонина Николаевна с другой стороны, составили настоящий акт о том, что в СПК колхоз-племзавод имени Ленина, проведена действительно с 2021 по 2024 гг. научно-исследовательская работа по теме: **«ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНОВ *GH*, *GDF9* И АССОЦИАТИВНАЯ СВЯЗЬ ИХ ГЕНОТИПОВ С БИОЛОГИЧЕСКИМИ ОСОБЕННОСТЯМИ И ПРОДУКТИВНОСТЬЮ ОВЕЦ ПОРОДЫ РОССИЙСКИЙ МЯСНОЙ МЕРИНОС»**.

В процессе внедрения выполнены следующие работы:

1. Отобраны овцематки и бараны-производители для проведения опыта. Проведен учет овцематок, осемененных каждым бараном по схеме опыта.
2. Произведен молекулярно-генетический анализ ПЦР-ПДРФ полиморфизма по генам: соматотропина (*GH*) и дифференциального фактора роста (*GDF9*), отвечающие за хозяйственно полезные признаки у баранов-производителей, овцематок и полученного потомства.

3. Проведены учет и мечение всех ягнят при рождении и отбивке, подопытные баранчики находились в отдельной группе, которым созданы оптимальные условия содержания и кормления.

4. Изучена воспроизводительная способность овцематок различных генотипов: $GDF9^{AA}$, $GDF9^{AG}$, $GDF9^{GG}$ и сохранность молодняка:

- плодовитость маток определялась по количеству всех ягнят (живые, мертворожденные, преждевременные, выкидыши) определялась плодовитость на 100 обьягнвившихся маток.

- выживаемость ягнят определялась путем учета павших животных от рождения до отбивки.

5. Определялась живая масса баранчиков по гену GH путем индивидуального взвешивания - с точностью до 0,1 кг на электронных весах при рождении, в 4,5-, 9,0-месячном возрасте.

6. Особенности телосложения баранчиков по гену GH изучались по промерам отдельных статей и индексам телосложения в 4,5-, 9,0-месячном возрасте.

7. Проведен гематологический и биохимический анализ крови баранчиков разных генотипов, установлен уровень естественной резистентности.

8. Установлена ассоциативная связь полиморфизма гена GH с показателями мясной продуктивности у баранчиков разных генотипов: GH^{AA} , GH^{AB} и GH^{BB} .

9. Проведен гистологический анализ длиннейшей мышцы спины баранчиков разных генотипов.

10. Морфологический и сортовой состав туш баранчиков разных генотипов был проведен в 9,0-месячном возрасте.

11. Экономическую эффективность результатов опыта изучали с учетом всех прямых затрат, издержек производства, с определением уровня рентабельности по существующим рыночным ценам региона.

От внедрения получен следующий экономический эффект

Реализовано продукции от животных с гетерозиготным GH^{AB} генотипом на 8526 рублей, что существенно больше по сравнению со сверстниками гомозиготных GH^{AA} и GH^{BB} генотипов, соответственно на 11,0 % и 4,9 %. При проведении анализа прибыли, животные с GH^{AB} генотипом преобладали над сверстниками с гомозиготными GH^{AA} и GH^{BB} генотипами на 847 и 399 рублей, а по уровню рентабельности на 12,2 и 5,8 абс. процентов.

Предложения производству

1. Для совершенствования племенных и продуктивных качеств овец породы российский мясной меринос, целесообразно проводить отбор по результатам ДНК-диагностики, с целью выявления полиморфизма генов GH и $GDF9$ при проведении селекционно-племенные работы.


2. Проводить отбор баранчиков, носителей желательных GH^{AB} и GH^{BB} генотипов для совершенствования процесса селекции, влияющих на показатели роста и развития.

3. Для повышения воспроизводительной способности рекомендуем осуществлять разведение овцематок с желательными $GDF9^{AG}$ и $GDF9^{GG}$ генотипами.


Акт составлен в пяти экземплярах.

Представители ФГБОУ ВО «Ставропольского государственного аграрного университета»


Представители СПК колхоз-племзавод имени Ленина, с. Арзгир, Арзгирского района, Ставропольского края




О.Н. Онищенко



Е.Н. Чернобай



А.И. Штельмах



А.Н. Куприян

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2022612748

Учебное пособие «Цифровой модуль для выявления генов с помощью ДНК-маркеров продуктивных и биологических особенностей сельскохозяйственных животных»

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ставропольский государственный аграрный университет» (RU)*

Авторы: *Дмитриев Анатолий Федорович (RU), Азарков Александр Викторович (RU), Азарков Николай Викторович (RU), Онищенко Артем Романович (RU), Онищенко Ольга Николаевна (RU)*

Заявка № 2022611760

Дата поступления 13 февраля 2022 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ 28 февраля 2022 г.



*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат 68b80077e14e40f0a94e6bd24145d5c7
Владелец: **Зубов Юрий Сергеевич**
Действителен с 2.03.2022 по 26.05.2023

Ю.С. Зубов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2022612749

Учебное пособие «Оценка мясной продуктивности и качества мяса на основе биохимических показателей крови в раннем неонатальном периоде у сельскохозяйственных животных»

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ставропольский государственный аграрный университет» (RU)*

Авторы: *Дмитриев Анатолий Федорович (RU), Азарков Александр Викторович (RU), Азарков Николай Викторович (RU), Онищенко Артем Романович (RU), Онищенко Ольга Николаевна (RU)*

Заявка № 2022611814

Дата поступления 13 февраля 2022 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ 28 февраля 2022 г.



*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат 68b80077e14e40f0a94e6bd24145d5c7
Владелец: **Зубов Юрий Сергеевич**
Действителен с 2.03.2022 по 26.05.2023

Ю.С. Зубов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2022612849

**Учебное пособие «Система селекционно-генетической
оценки значимых стад импортных пород
сельскохозяйственных животных с учетом адаптации и
акклиматизации»**

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Ставропольский государственный аграрный университет» (RU)*

Авторы: *Дмитриев Анатолий Федорович (RU), Азарков Александр
Викторович (RU), Азарков Николай Викторович (RU), Онищенко
Артем Романович (RU), Онищенко Ольга Николаевна (RU)*

Заявка № 2022611775

Дата поступления 11 февраля 2022 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ 01 марта 2022 г.



*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат 68b80077e14e40f0a94e6bd24145d5c7
Владелец: **Зубов Юрий Сергеевич**
Действителен с 2.03.2022 по 26.05.2023

Ю.С. Зубов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2023665126

Программа для определения генетической структуры овец породы российский мясной меринос по гену GDF9

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ставропольский государственный аграрный университет» (RU)*

Автор(ы): *Онищенко Ольга Николаевна (RU)*

Заявка № **2023663718**

Дата поступления **30 июня 2023 г.**

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ **12 июля 2023 г.**



*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат 429b6a0fe3953164baf96f83b73b4aa7
Владелец **Зубов Юрий Сергеевич**
Действителен с 10.05.2023 по 02.08.2024

Ю.С. Зубов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2023667997

Программа для определения генетической структуры овец породы российский мясной меринос по гену GN

Правообладатели: *Агарков Александр Викторович (RU),
Онищенко Ольга Николаевна (RU), Чернобай Евгений
Николаевич (RU), Онищенко Артем Романович (RU)*

Авторы: *Агарков Александр Викторович (RU), Онищенко
Ольга Николаевна (RU), Чернобай Евгений Николаевич
(RU), Онищенко Артем Романович (RU)*

Заявка № 2023663786

Дата поступления 26 июня 2023 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ 22 августа 2023 г.



*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат 429b6a0fe3953164ba96f83b73b4aa7
Владелец **Зубов Юрий Сергеевич**
Действителен с 10.05.2023 по 02.08.2024

Ю.С. Зубов



ДИПЛОМ ПОБЕДИТЕЛЯ

конкурса на соискание
гранта ФГБОУ ВО Ставропольского ГАУ
в области науки и инноваций молодых ученых

Онищенко Ольга Николаевна
аспирант 2-го года
биотехнологического факультета

Научный руководитель:
Чернобай Евгений Николаевич,
доктор биологических наук, профессор

Врио ректора
Ставрополь 2022



В. Н. Ситников

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

ЯГСХА



СЕРТИФИКАТ УЧАСТНИКА

выдан

Онщенко Ольге Николаевне

(ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ),

принявшей участие в **НАЦИОНАЛЬНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ
РАЗВИТИЯ ПРОДУКТИВНОГО И НЕПРОДУКТИВНОГО
ЖИВОТНОВОДСТВА»**,

посвященной 85-летию Заслуженного работника сельского хозяйства,
доктора сельскохозяйственных наук, профессора

Раисы Васильевны Тамаровой

Проректор по учебной, научной,
воспитательной работе, молодежной политике
и цифровой трансформации

В.В. Морозов

Ярославль

6 октября 2022 г.







III РСХБ

SK СКОЛКОВО

СОЗВЕЗДИЕ АГРОТЕХА

ДИПЛОМ

ПОБЕДИТЕЛЯ КОНКУРСА МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ

награждается

Онищенко Ольга Николаевна

за победу в номинации «Генетика и селекция»

2024

Управляющий директор Центра развития финансовых технологий
АО «Россельхозбанк»

Директор Sk Agrotech Hub
Фонд «Сколково»

Надоричева К.А.

Чернышева Н.Д.

