МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донской государственный аграрный университет»
(ФГБОУ ВО Донской ГАУ)

На правах рукописи

Никитеев Павел Андреевич

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ МЯСНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ СКОТА КАЛМЫЦКОЙ ПОРОДЫ

4.2.5. Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор
Федоров Владимир Христофорович

пос. Персиановский, 2025 г.

ВВЕДЕНИЕ 5

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ 13

1.1 Состояние развития отрасли мясного скотоводства 13

1.2 Улучшение генетических характеристик, влияющих на мясную продуктивность крупного рогатого скота..... 17

1.3 Генетические маркеры мясной продуктивности крупного рогатого скота... 31

1.4 Происхождение и оценка популяции калмыцкого скота в СПК племзавода «Мир»..... 44

1.5 Особенности природно-климатических условий разведения и технологий содержания калмыцкого скота 46

2. Материалы, методы и условия проведения исследований 50

3. Результаты собственных исследований и их обсуждение 58

3.1. Оценка популяции калмыцкого скота по полиморфизму микросателитных локусов..... 58

3.2 Влияние полиморфизма генов липидного обмена на мясные качества бычков различных линий калмыцкой породы..... 63

3.2.1 Полиморфизм генов липидного обмена у бычков различных линий калмыцкой породы 63

3.2.2 Влияние полиморфизма генов липидного обмена на показатели роста и развития бычков 67

3.2.3 Влияние полиморфизма генов липидного обмена на мясные качества бычков..... 71

3.3 Полиморфизм гена гормона роста (*GH*) и его влияние на формирование фенотипических показателей крупного рогатого скота в процессе их роста и развития 85

3.3.1 Полиморфизм гена гормона роста (*GH*) и его влияние на формирование мясных качеств у бычков различных заводских линий калмыцкого скота 85

3.3.1.1 Генотипирование бычков различных заводских линий по гену гормона роста..... 85

3.3.1.2 Влияние гена гормона роста (*GH)* на формирование мясных качеств у бычков в процессе их роста и развития 88

3.3.1.3 Влияние гена гормона роста (GH) на экстерьерную оценку бычков различных заводских линий 94

3.3.1.4 Влияние гена гормона роста (*GH*) на интерьерные показатели бычков различных заводских линий 97

3.3.2 Полиморфизм гена роста (*GH*) и его влияние на формирование мясных качеств в тушах различных заводских линий 100

3.3.2.1 Влияние гена гормона роста (*GH*) на послеубойные показатели туш различных заводских линий 100

3.3.2.2 Влияние гена гормона роста (*GH*) на органолептические показатели мясной продукции 107

3.3.3 Полиморфизм гена гормона роста (GH) и его влияние на конверсию питательных веществ 112

3.4 Полиморфизм гена лептина (*LEP*) и его влияние на формирование фенотипических показателей крупного рогатого скота в процессе их роста и развития 114

3.4.1 Полиморфизм гена лептина (*LEP*) и его влияние на формирование мясных качеств у бычков различных заводских линий калмыцкого скота 114

3.4.1.1 Генотипирование бычков различных заводских линий по гену лептина 114

3.4.1.2 Влияние гена лептина (*LEP*) на формирование мясных качеств у бычков в процессе их роста и развития 116

3.4.1.3 Влияние гена лептина (LEP) на экстерьерную оценку бычков различных заводских линий 120

3.4.1.4 Влияние гена гормона лептина (*LEP*) на интерьерные показатели бычков различных заводских линий 124

3.4.2 Полиморфизм гена лептина (*LEP*) и его влияние на формирование мясных качеств в тушах различных заводских линий 128

3.4.2.1 Влияние гена гормона лептина (*LEP*) на послеубойные показатели туш различных заводских линий 128

3.4.2.2 Влияние гена гормона лептина (*LEP*) на органолептические показатели мясной продукции 133

3.4.3 Полиморфизм гена лептина (LEP) и его влияние на конверсию питательных веществ 139

3.5 Полиморфизм гена тиреоглобулина (*TG5*) и его влияние на формирование фенотипических показателей крупного рогатого скота в процессе их роста и развития 142

3.5.1 Полиморфизм гена тиреоглобулина (*TG5*) и его влияние на формирование мясных качеств у бычков различных заводских линий калмыцкого скота в процессе их роста и развития 142

3.5.1.1 Генотипирование бычков различных заводских линий по гену гормона тиреоглобулина (*TG5*) 142

3.5.1.2 Влияние гена гормона тиреоглобулина (*TG5*) на формирование мясных качеств у бычков в процессе их роста и развития 146

3.5.1.3 Влияние гена гормона тиреоглобулина (*TG5*) на экстерьерную оценку бычков различных заводских линий 152

3.5.1.4 Влияние гена гормона тиреоглобулина (*TG5*) на интерьерные показатели бычков различных заводских линий 155

3.5.2 Полиморфизм гена тиреоглобулина (TG5) и его влияние на формирование мясных качеств в тушах различных заводских линий 158

3.5.2.1 Влияние гена гормона тиреоглобулина (*TG5*) на послеубойные показатели туш различных заводских линий 158

3.5.2.2 Влияние гена гормона тиреоглобулина (*TG5*) на органолептические показатели мясной продукции 163

3.5.3 Полиморфизм гена тиреоглобулина (*TG5*) и его влияние на конверсию питательных веществ 169

3.6 Влияние различных генотипов на экономическую эффективность использования крупного рогатого скота калмыцкой породы для производства говядины 171

3.6.1 Оценка экономической эффективности использования крупного рогатого скота калмыцкой породы по гену гормона роста 171

3.6.2 Оценка экономической эффективности использования крупного рогатого скота калмыцкой породы по гену лептина 175

3.6.3 Оценка экономической эффективности использования крупного рогатого скота калмыцкой породы по гену гормона тиреоглобулина 178

3.7 Разработка нового способ ранней диагностики племенных качеств крупного рогатого скота калмыцкой породы 181

ВЫВОДЫ 186

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ 189

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ 189

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 190

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Одной из ключевых задач программы стратегии развития агропромышленного комплекса России является модернизация животноводческих комплексов и улучшение условий содержания скота. Внедрение современных технологий в кормлении и генетике животных позволит повысить эффективность производства и улучшить качество мяса. Одновременно с этим акцент делается на использование новых методов селекции, что позволит получить более продуктивные породы, адаптированные к климатическим условиям России.

Основным аспектом стратегии является селекция животных с использованием генетических маркеров. Поиск новых генов-кандидатов формирует новую подотрасль в генетике животных, тем самым выводя селекцию на современный уровень развития. Используя современные методы селекции повышается общий уровень продуктивности и как следствие общий уровень рентабильности живтноводства.

Не менее важным является создание эффективной инфраструктуры для переработки и хранения говядины. Это включает в себя строительство современных мясокомбинатов и холодильных складов, что позволит снизить потери продукции и повысить ее качество на выходе. Все эти меры в совокупности должны привести к созданию конкурентоспособного агропромышленного комплекса в сфере производства говядины.

Кроме того, важным моментом в формировании продуктивных стад мясного скота является применение маркерной селекции. Этот подход служит дополнительным инструментом для выбора и подбора племенных животных (Долматова И.Ю. и др., 2018).

В ходе исследований донских ученых было обнаружено, что у калмыцкого скота, который содержится в условиях Ростовской области, не достаточно данных о связи между определенными генетическими вариациями и характеристиками, связанными с мясной продуктивностью. В особенности, нет

данных о том, как эти изменения воздействуют на рост и развитие животных, на скорость набора веса, на показатели крови, на состав мяса и его качество, на эффективность использования корма. (Федоров В.Х., Приступа В.Н., Бабкин О.А., Торосян Д.С., 2021; Каюмов Ф.Г., 2015; Зеленков А.П., Зеленков П.И., 2014)

Развитие мясного скотоводства в нашей стране также способно создать дополнительные рабочие места в сельских районах, что приведет к уменьшению миграции населения в города. Предприятия по разведению крупного рогатого скота смогут получать более стабильный доход за счет увеличения объемов производства мяса, что в свою очередь окажет положительное воздействие на экономику региона. Улучшение условий для роста и развития скота, включая использование новых методик разведения и селекции, станет ключом к повышению конкурентоспособности местной продукции.

Внедрение современных технологий в процесс производства и переработки мяса позволит не только оптимизировать затраты, но и повысить эффективность производства. Привлечение экспертов и проведение обучающих программ помогут внедрить лучшие практики и методы работы, что обеспечит высокое качество продукции на всех этапах — от пастбищ до полок магазинов.

В конечном итоге такое сотрудничество между различными участниками агропромышленного комплекса поможет создать устойчивую систему, которая будет способствовать не только производству высококачественной говядины, но и укреплению социально-экономической структуры сельских территорий. (Легошин Г.П. и др., 2015; Сафин Х.М. и др., 2018).

Степень разработанности темы. Исследование, проведенное на племенных фермах, которые занимаются разведением калмыцкого скота в Ростовской области, показало, что в возрасте восьми месяцев средняя масса бычков составляет от 190 до 220 кг. В 12 месяцев этот показатель увеличивается до 270–290 кг, а в 16 месяцев достигает 370–390 кг. Однако эти данные не соответствуют современным стандартам интенсивного мясного

скотоводства. У калмыцкого скота имеется значительный потенциал для улучшения продуктивности, который можно раскрыть с помощью современных технологий выращивания и откорма. К сожалению, в хозяйствах, занимающихся этой породой, такие методы пока не используются в полном объеме, что негативно сказывается на результатах селекционно-племенной работы.

В разведении активно применяются потомки заводских линий, сформированных в середине XX века, которые демонстрируют более высокую продуктивность по сравнению с потомками более распространенных генеалогий.

В настоящее время как российские, так и зарубежные исследователи активно занимаются изучением взаимосвязи между определёнными вариантами одиночных нуклеотидных замен в генах (SNP) и показателями мясной продуктивности. В частности, полиморфизм гена гормона роста (GH) оказывается связанным с ростом животных и рядом характеристик мясной продуктивности. Исследования показывают, что гены тиреоглобулина (TG5) влияют на накопление жиров в организме и формирование мраморности мяса. Кроме того, ген лептина (LEP) также связан с процессами накопления жира, иммунной функцией, репродуктивными способностями, а также с ростом и телосложением животных. Этим исследованиям были посвящены работы ученых: Lee J.H. и др., 2013; Бейшова И.С. и др., 2018; Шарипов А.А. и др., 2014, 2016; Aviles C. и др., 2015.

Заявленная тема диссертации и исследования в рамках темы проводились в соответствии с планом научно-исследовательских работ кафедры «Разведения с.-х. животных, частной зоотехнии и зоогигиены им. ак. П.Е.Ладана» ФГБОУ ВО «Донской ГАУ».

Цель и задачи исследований. Цель работы - научно-практическое обоснование использования генетических маркеров при выращивании крупного рогатого скота калмыцкой породы для производства высококачественной говядины.

Задачи исследований:

- разработать новый способ ранней диагностики племенных качеств крупного рогатого скота калмыцкой породы;

- определить происхождение и генетическую структуру заводских линий калмыцкого скота, при анализе разнообразия участков ДНК, в которых присутствуют короткие повторяющиеся последовательности;

- определить частоту различных версий генов и их фрагментов (аллелей) у крупного рогатого скота заводских линий калмыцкой породы, а также установить связь между этими генами и характеристиками роста, развития и мясной продуктивностью;

- изучить влияние определённого варианта генов *GH*, *LEP* и *TG5* на характеристики роста, развития и качества мясной продуктивностизаводских линий калмыцкого скота;

- проанализировать экономическую эффективность использования заводских линий калмыцкого скота с различными генетическими характеристиками для получения говядины высокого качества;

Научная новизна. Впервые была проведена всесторонняя оценка генетического потенциала пород калмыцкого скота с точки зрения их роста, развития и мясной продуктивности.

Проанализирован полиморфизм генов, которые отвечают за метаболизм жиров и оказывают влияние на продуктивность калмыцкого мясного скота.

Проведено сравнение генетической структуры и уровня генетического разнообразия заводских линий калмыцкой породы.

Выявлено, что генетические маркеры SNP GH-L127V, LEP-A422B и TG5-C548T оказывают значительное влияние на мясную продуктивность молодняка калмыцкого скота.

Теоретическая и практическая значимость. Полученные данные о генетической структуре заводских линий калмыцкой породы позволили выделить ключевые маркеры, ассоциируемые с мясной продуктивностью. В ходе исследования было установлено, что определенные аллели

микросателлитов прямо коррелируют с увеличением массы туш и качеством мяса. Эти результаты позволяют эффективно организовать селекционную работу, позволяя целенаправленно улучшать линии на основе генетических показателей.

В ходе исследования были получены новые сведения о том, как меняются мясные характеристики у разных линий калмыцкого скота в зависимости от их генотипа и формирование данных признаков в процессе роста и развития. Полученные данные позволяет улучшать существующие и создавать новые заводские линии, используя методы геномной селекции. Это позволяет полностью раскрыть генетический потенциал определенных генотипов крупного рогатого скота калмыцкой породы по генам *GH*, *LEP* и *TG5*.

На основе полученных результатов был предложен новый метод ранней диагностики племенных и продуктивных качеств крупного рогатого скота калмыцкой породы.

Таким образом, результаты исследования имеют не только теоретическое, но и практическое значение, так как могут быть использованы для создания новых программ селекции, направленных на улучшение мясной продуктивности в условиях современного животноводства. Внедрение этих исследований в практику позволит значительно повысить эффективность производства мяса и его качество, что, безусловно, скажется на экономических показателях отрасли.

Реализация результатов исследований. Полученные результаты были использованы для разработки программ селекции, направленных на улучшение мясной продуктивности и качества говядины в племенных заводах ООО «Солнечное», СПК племзавод «Мир», ООО «Федосеевский», АО «Дружба» (калмыцкая порода крупного рогатого скота). Был организован постоянный мониторинг генетического разнообразия крупного рогатого скота калмыцкой породы с цельюсовершенствованиязоотехнической практики, что предоставляет дополнительные инструменты для повышения конкурентоспособности мясного скотоводства.

Подано заявление о государственной регистрации изобретения и выдачи патента на изобретение: «Способ ранней диагностики племенной ценности крупного рогатого скота калмыцкой породы».

Методология и методы исследования. В ходе исследования было обращено внимание на высокую степень разнообразия генетических вариантов среди анализируемых популяций, что позволяет выявить ключевые SNP, влияющие на мясные характеристики. Мы сосредоточились на определении ассоциаций между этими характеристиками и экономически значимыми признаками, такими как выход мяса, содержание жира и его распределение. В результате проведённого анализа удалось установить полиморфизм генов, что подтверждает гипотезу о воздействии генетических факторов на продуктивность животных.

Кроме того, были проведены параллельные клинические исследования, в рамках которых оценивались метаболические параметры животных с различными генотипами.

В заключении, полученные результаты могут быть использованы для разработки программ селекции, направленных на улучшение мясной продуктивности и качества говядины.

Результаты наших исследований подверглись анализу с использованием программного обеспечения 1С: Предприятие «Учет и отчетность в лаборатории иммуногенетического анализа и ДНК-диагностики» и «BioStat».

Основные положения, выносимые на защиту:

- хозяйственно-биологические особенности заводских линий калмыцкого скота, разводимого в условиях степной зоны Ростовской области;

- генетическая структура заводских линий калмыцкого скота по SNP GH-L127V, TG5-C548T, LEP-A422B;

- влияние SNP GH-L127V, TG5-C548T, LEP-A422B на показатели роста, развития, мясных качеств, а также качества туш и говядины у бычков различных заводских линий калмыцкого скота;

- Экономическая целесообразность выращивания бычков заводских линий калмыцкого скота в зависимости от их генотипа по генам: *GH*, *TG5* и *LEP*.

Степень достоверности и апробация работы. В процессе исследования использовались как количественные, так и качественные методы анализа, что способствовало более полному пониманию рассматриваемых явлений. Обработка данных осуществлялась с использованием современных статистических методов, что обеспечивало высокую точность расчетов и минимизацию ошибок. Важной частью исследования стало применение биометрических методов, которые позволили выявить закономерности, не доступные традиционным подходам.

Статистическая значимость выводов была подтверждена множеством тестов, что увеличивает уверенность в надежности представленных рекомендаций. Они охватывают широкий спектр применения, включая практику в образовательных и научных учреждениях.

Необходимо отметить, что полученные результаты имеют не только теоретическую, но и практическую ценность. Разработанные рекомендации могут быть оперативно реализованы, что поспособствует улучшению процессов и повышению эффективности различных сфер деятельности. В дальнейшем планируется дальнейшее исследование для уточнения и расширения представленных рекомендаций, а также их адаптация к новым условиям.

Результаты научных исследований доложены и обсуждены на Международной научно-практической конференции «Инновации в животноводстве и современные технологии производства продуктов питания, проблемы экологической, производственной и гигиенической безопасности» (пос. Персиановский, ФГОУ ВО «Донской ГАУ», 24 мая 2024 года); Международной научно-практической конференции «Современное животноводство, инновации в производстве продуктов питания, гигиеническая и производственная безопасность» (пос. Персиановский, ФГОУ ВО «Донской

ГАУ», 24 ноября 2023 года); Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Использование современных технологий в сельском хозяйстве и пищевой промышленности» (пос. Персиановский, ФГОУ ВО «Донской ГАУ», 26 апреля 2023 года).

Итоги исследований, которые проводились в рамках диссертационной работы были доложены на расширенном заседании кафедры «Разведения с.-х. животных, частной зоотехнии и зоогигиены им. ак. П.Е.Ладана» ФГБОУ ВО «Донской ГАУ» (протокол № 10 от 3 мая 2024 г.).

Публикация результатов исследований. Основные научные результаты по теме диссертации опубликованы в 11 печатных работах, из них 3 – в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ, получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ (патент), подана заявка на получение патента на изобретение: «Способ ранней диагностики племенной ценности крупного рогатого скота калмыцкой породы».

Структура и объем диссертации. Работа изложена на 237 с. компьютерной вёрстки, содержит 78 таблиц и 2 рисунка. Диссертация состоит из разделов: обзора литературы, материалов, методов и условий проведения исследований, результатов собственных исследований и их обсуждения, заключения, библиографического списка, который включает 382 наименований, в том числе 103 работы иностранных авторов, и приложений.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Состояние развития отрасли мясного скотоводства

Высокое содержание белка делает мясо незаменимым продуктом. Говядина, в частности, богата как белками, так и важными витаминами группы В, которые способствуют обмену веществ и укреплению нервной системы. Она пользуется популярностью благодаря своему низкому содержанию жира и высокой питательной ценности, что делает его идеальным выбором для тех, кто хочет обеспечить организм необходимыми веществами.

Рост внутреннего производства обеспечивается за счет реализации государственных программ поддержки сельского хозяйства, внедрения современных технологий и повышения эффективности животноводства.

В перспективе, ожидается дальнейший рост производства мяса в России и сокращение импортной зависимости. При условии реализации эффективных мер государственной поддержки и внедрения инновационных технологий, российская мясная промышленность имеет все шансы стать одним из лидеров на мировом рынке.

Скотоводство является одной из основных отраслей агропромышленного комплекса в донском регионе. Здесь разводят мясные породы крупного рогатого скота, такие как калмыцкая, абердин-ангусская и герефордская. Эти породы хорошо приспособлены к местным климатическим условиям, не требуют особого ухода и обеспечивают быстрый рост при содержании на пастбищах.

В 2023 году Ростовская область стала лидером по количеству крупного рогатого скота в Южном федеральном округе. Доля донского региона от общего поголовья КРС составила 19%.По производству мяса и птицы в живом весе Ростовская область заняла восьмое место в России (3,6%) и первое место в Южном федеральном округе (19,3%).

Ежегодно в области наблюдается увеличение численности крупного рогатого скота на 0,5–1%. Это, в свою очередь, способствует росту производства говядины.

В 2022 году В.Х.Федоров, П.А.Никитеев, В.В.Федюк в своем исследовании доказали, что при разведении мясного скота на территории Ростовской области с помощью стойлово-пастбищной технологии, при сбалансированном кормлении все породы крупного рогатого скота мясного направления имеют схожие показатели мясной продуктивности, однако в степных условиях Ростовской области свою состоятельность и неприхотливость показала только калмыцкая порода крупного рогатого скота. В связи с этим фактором, большую часть племенного мясного поголовья скота занимает именного эта порода.

В этом же исследовании доказано, что калмыцкая порода крупного рогатого скота занимает большую часть породного состава племенных хозяйств Ростовской области и составляет 88% от общего числа племенного скота мясного направления, а именно 23496 голов. Герефордская порода КРС занимает 10% (2786 голов). Казахская белоголовая и абердинангусская породы КРС составляют по 1% от всего племенного мясного поголовья и составляют 317 и 277 голов КРС, соответственно.

В период с 2010 по 2024 год в сельском хозяйстве наблюдается стабильный рост показателей, связанных с производством мяса. Так, в 2010 году средний вес молодняка крупного рогатого скота, предназначенного для откорма, составлял 368 кг, а среднесуточный прирост был равен 475 г. К 2024 году эти показатели увеличились до 388 кг и 591 г соответственно. В последние годы в Ростовской области наблюдается активное развитие племенного животноводства. В настоящее время на территории региона функционируют 45 племенных хозяйств, занимающихся разведением крупного и мелкого рогатого скота, лошадей и птицы. Племенные хозяйства предоставляют чистопородных животных для сельскохозяйственных предприятий Дона (В.Х.Федоров, П.А.Никитеев, Ю.Г. Тамбиева., В.В.Федюк, 2023).

Доля племенных организаций в общем объеме животноводческой продукции Ростовской области достигает 18%, но отрасль сталкивается с множеством проблем.

Причинами низкой производительности естественных кормовых угодий, недостаточного развития инфраструктуры мясного рынка, низкой рентабельности производства говядины, невысокой инвестиционной привлекательности отрасли и отсутствия достаточной экономической мотивации для сельскохозяйственных производителей в откорме скота и производстве говядины могут быть множество факторов. Однако исследования показывают, что в данном регионе имеются благоприятные условия для развития мясного скотоводства. Обширные кормовые угодья, сенокосы, пастбища и наличие трудовых ресурсов позволяют потенциально увеличить поголовье маточного скота до 350 тысяч голов.

В сфере мясного скотоводства ключевым показателем эффективности является стремительное увеличение поголовья маточного скота специальных мясных пород.

В условиях традиционных методов разведения крупного рогатого скота, особенно мясных пород, сложно быстро увеличить поголовье без завоза животных из других регионов. Кроме того, в селекционной работе необходимо активно внедрять метод трансплантации эмбрионов.

Увеличение мощностей мясного скотоводства будет способствовать не только обеспечению внутреннего рынка, но и созданию экспортного потенциала. Рост предложения качественного мяса откроет новые возможности для перерабатывающих предприятий, которые смогут не только увеличить объём переработки, но и расширить ассортимент производимой продукции, что в свою очередь способно значительно ускорить экономическое развитие региона.

Кроме того, развитие мясной отрасли создаст новые рабочие места, что станет существенным фактором для укрепления социально-экономической стабильности в регионе. Повышение заработной платы работников в секторе

животноводства и переработки мясной продукции соответственно улучшит уровень жизни местного населения.

Важно также отметить, что присвоение особого внимания вопросам селекции и генетике позволит обеспечить высокие стандарты качества. Это повысит доверие со стороны потребителей и откроет перспективы для выхода на международные рынки. В конечном итоге, сбалансированный подход к развитию производства и переработки говядины в Ростовской области станет основой для устойчивого и успешного развития региона на долгосрочную перспективу.

1.2 Улучшение генетических характеристик, влияющих на мясную продуктивность крупного рогатого скота.

В настоящее время племенная работа и селекция базируются на генетическом анализе поголовья. Данная оценка охватывает изучение генетической и фенотипической изменчивости, а также наследуемости, взаимосвязи признаков и их повторяемости. Также учитываются экономические условия и возможности, что позволяет разработать наиболее эффективную селекционную программу.

Генетические особенности — это набор генетических характеристик, которые проявляются в определённых сочетаниях и способствуют оптимальному развитию живых организмов. В животноводстве генетические особенности означают получение лучших показателей при абсолютно равных условиях содержания.

Большинство зарубежных научных сообществ сходятся во мнении, что условия жизни животных играют ключевую роль в раскрытии их генетических возможностей.

В сообществе представителей одного вида животных можно обнаружить индивидов с различными показателями продуктивности и другими отличительными чертами. Это было обнаружено в ходе исследования, проведённого Текеевым М. и Чомаевым А. в 2012 году.

Е. Т. Джунельбаев, Л. Ф. Тарасевич и Н. Н. Козлова также отметили, что для того, чтобы животные могли полностью раскрыть свой генетический потенциал, необходимо обеспечить им оптимальные условия содержания, питания и использования.

Исследования Шевхужева А. Ф., Абдоковой Р. О. и Шейкина П. А. показали, что одним из ключевых факторов в реализации генотипа у мясного скота являются условия содержания и рационы кормления. Тем не менее, они также обратили внимание на необходимость принимать во внимание и

эффективно использовать дополнительные факторы, такие как планирование раннего весеннего отёла и увеличение продолжительности пастбищного периода до 240–260 дней. Результаты показали, что бычки калмыцкой породы демонстрируют наилучшие показатели мясной продуктивности.

В качестве примера можно привести результаты многочисленных исследований, которые проводили российские учёные, занимаясь улучшением пород и линий крупного рогатого скота. Они создавали новые типы животных, используя различные методы селекции. Одним из примеров является работа по выведению высокопродуктивных коров, способных давать больше молока при меньших затратах корма. Исследования включали как традиционные методы скрещивания, так и современные технологии, такие как генетическая модификация и молекулярная биология.

Ученые также активно изучали адаптацию различных пород к климатическим условиям России, обеспечивая тем самым устойчивость животных к стрессам и болезням. Параллельно с улучшением продуктивности, большое внимание уделялось сохранению генетического разнообразия, что крайне важно для долговременной селекции.

Результаты этих исследований не только положительно сказались на производительности сельского хозяйства, но также улучшили экономическую эффективность и устойчивость мясного и молочного производства. С помощью новых знаний учёные создают экологически чистые и конкурентоспособные продукты, что, безусловно, вносит вклад в продовольственную безопасность страны и повышение качества жизни населения.

В своей работе, опубликованной в 2012 году, Ф. Г. Каюмов, Л. Г. Сурундаева и В. Г. Володина отмечают, что одним из перспективных методов совершенствования генетики крупного рогатого скота является выведение новых специализированных породных типов путем скрещивания с высокопродуктивными породами.

В дальнейшем происходит выбор гибридных особей с разной степенью кровности улучшаемой породы. Это позволяет сохранить ценные качества

улучшаемых пород и дополнительно усилить их характеристики, которые будут полезны в хозяйстве.

Одним из значительных достижений в области животноводства в нашей стране стало создание нового типа казахской белоголовой породы — анкатинского заводского типа. Это стало возможным благодаря усилиям таких выдающихся учёных, как Ахметов А. В., Бозымов К. К., Насамбаев Е. Г. и Абжанов Р. К.

Новый тип животных отличается своей массивностью и развитой мускулатурой. Особенно выделяются их крупные окорока.

В своей работе, опубликованной в 2008 году, Х. Амерханов, И. Горлов, Ф. Каюмов и А. Кавзалов описывают новую породу — русскую комолую. Авторы отмечают, что эта порода сочетает в себе высокие мясные качества и неприхотливость, что делает её разведение более рентабельным.

В 2010 году Х. А. Амерханов, Ф. Г. Каюмов, М. П. Дубровскова и А. М. Белоусов предложили усовершенствовать методы селекции и разведения, создавая новые высокопродуктивные породы и линии мясного скота. В частности, были выведены такие породы, как казахская белоголовая и герефордская, которые успешно разводят в России.

Н.П. Герасимов в 2011 году в своей научной работерассматривал способыувеличения продуктивности за счёт увеличения концентрации наиболее ценных генетических характеристик в генофонде популяции, кроме того, использование искусственного оплодотворения позволяет значительно расширить генетическую базу при разведении герефордской породы. Это связано с возможностью применения семени от высокопроизводительных быков, которые не доступны для естественного спаривания. В результате, введение новых генов в популяцию способствует увеличению вариативности, улучшению жизнеспособности и повышению продуктивности молодняка.

Пересадка эмбрионов, в свою очередь, позволяет ускорить воспроизводство племенного материала. Один бык может значительно повысить число потомков, что сокращает время селекционного цикла. Данная

технология требует высококвалифицированного подхода, но результаты показывают, что она оправдывает вложенные затраты.

Сравнительный анализ племенной ценности животных, проводимый Герасимовым Н.П., подтвердил эффективность комбинированного использования обоих методов. Это открывает новые горизонты для селекции и разведения герефордской породы, делая ее более конкурентоспособной на рынке. Результаты исследования, безусловно, станут основой для дальнейших научных разработок и практических рекомендаций по совершенствованию племенной работы.

Многие ученые обращали внимание на необходимость определить оптимальные сроки для осеменения коров и обеспечить сохранность потомства в условиях практического использования в сфере разведения крупного рогатого скота мясных пород (В. И. Косилов, К. К. Бозымов, А. Б. Ахметалиева и Р. К. Абжанов, 2012).

Российские исследователи активно трудятся над разработкой современных методов повышения продуктивности крупного рогатого скота, особенно в сфере промышленного скрещивания. Основная цель этих проектов — улучшение мясных и молочных качеств животных.

Одним из ключевых направлений является создание генетически однородных групп, что ведет к повышению общей продуктивности стада. Научные учреждения совместно с аграрными предприятиями работают над формированием высокопродуктивных линий, которые способны адаптироваться к различным климатическим условиям России. Также учитывается и рациональное кормление, что в сочетании с современными методами отбора значительно улучшает результаты.

Кроме того, внедрение информационных технологий в процесс мониторинга и анализа продуктивности животных позволяет агрономам более точно определять генетический потенциал каждой особи. Это способствует более целенаправленному подходу в экспериментальном скрещивании, повышая эффективность всего процесса. Таким образом, усилия российских

ученых открывают новые горизонты в аграрной науке и практике, делая производство мяса и молока более устойчивым и прибыльным.

Исследование, посвященное мясной продуктивности бычков калмыцкой породы, которые распространены в Ростовской области в 2021 году провели Федоров В.Х., Приступа В.Н., Бабкин О.А., Торосян Д.С. Результаты исследования показали, что для повышения мясной продуктивности животных необходимо развивать имеющийся потенциал породы.

Современные исследования в области животноводства подтверждают, что использование специализированных мясных пород быков для скрещивания с молочными и комбинированными породами является перспективным направлением. Благодаря этому методу удается существенно повысить уровень мясных характеристик, таких как выход мяса и его качество. В первую очередь, такие попытки направлены на улучшение мышечной массы и снижение содержаний жира в конечном продукте.

Наилучшие результаты достигаются при условии интенсивного выращивания и оптимального кормления получившихся помесей. Четкая стратегия кормления, включающая сбалансированный рацион с учетом потребностей животных, позволяет максимизировать их потенциал. При этом важным аспектом является и генетическая предрасположенность, которая закладывается как в молочных, так и в мясных породах, способствуя лучшему развитию необходимых качеств.

Таким образом, комбинированное использование лучших характеристик обеих групп пород представляет собой надежный способ достижения высоких результатов в мясном производстве. Это не только приносит экономическую выгоду, но и способствует улучшению качества продукции на рынке, удовлетворяя растущий спрос со стороны потребителей на качественное мясо. Эти подходы способствовали активному развитию частей тела с высоким содержанием мышечной массы.

Сергей Данилович Тюлебаев, Марина Дмитриевна Кадышева, Серик Муратович Канатпаев и Владимир Григорьевич Литоченко (2017) изучили

совместимость быков-производителей канадской селекции Бредок и Пион с коровами разных линий типа "Брединская мясная". Результаты исследования показали, что потомство от канадских быков имело больший вес в сравнении с потомством от местных быков.

Елена Владимировна Поставнева, Екатерина Валерьевна Ермошина, Надежда Александровна Сидорова и Станислав Вячеславович Хуборков (2012) изучили результативность промышленного скрещивания и обнаружили, что применение быков породы абердин-ангус способствует снижению риска возникновения проблем после отёла у молодых коров.

В 2010 году Г. И. Бельков и В. А. Панин провели исследование, направленное на изучение характеристик продуктивности и биологических особенностей лимузинского скота, который содержится в условиях Южного Урала. В результате исследования было предложено использовать лимузинского скота для скрещивания с симментальской породой.

А. П. Хохлова (2006) провела исследование особенностей содержания и разведения симментальской и обраковской пород скота в условиях чистопородного разведения и скрещивания.

Таким образом, использование генетических маркеров позволяет более точно и эффективно отбирать особей с желаемыми признаками, что способствует увеличению продуктивности и улучшению качества потомства. При этом маркерная селекция становится особенно актуальной в условиях современных агрономических и зоологических исследований, где преобладает необходимость быстрого реагирования на изменяющиеся условия рынка и внешней среды.

Важно отметить, что маркерная селекция открывает новые горизонты в области геномных исследований. Она позволяет выделять не только явные, но и скрытые признаки, которые могут проявиться только в определенных условиях. Таким образом, селекционеры получают возможность развивать устойчивые популяции, адаптированные к различным стрессовым факторам, что

критически важно в условиях изменения климата и растущей нагрузки на животноводческие хозяйства.

Кроме того, применение маркерной селекции способствует увеличению генетического разнообразия и снижению инбридинга. Это приводит к повышению жизнеспособности животных и снижению риска наследственных заболеваний в популяции, что, в свою очередь, положительно сказывается на экономической эффективности племенной работы.

Многочисленные российские ученые пришли к единому мнению, что анализ ДНК животных может предсказать их генетический потенциал во взрослом возрасте. Это позволяет отбирать наиболее перспективных и потенциально высокопроизводительных животных для целей разведения.

В своей работе Новиков А. А., Семак М. С. и Хрунова А. М. (2016) подчеркивают, что на современном этапе развития селекции в животноводстве наблюдается тенденция к интенсификации, которая достигается за счёт внедрения современных генетических и биотехнологических методов.

Принято считать, что генетические данные играют ключевую роль в обеспечении надёжности происхождения животных.

В работе Лозовой Г. С., Цыс В. И. и Чекушкина А. М. (2014) подчёркивается важность данных о частоте аллелей и их распределении в популяциях животных для понимания микроэволюционных процессов.

Микросателлиты имеют важное значение в селекции сельскохозяйственных животных, так как они позволяют эффективно отслеживать желаемые генетические характеристики. Например, с помощью анализа микросателлитов можно выявить животных с повышенной устойчивостью к определённым заболеваниям или с лучшими продуктивными показателями. Это способствует не только улучшению поголовья, но и снижению затрат на ветеринарное обслуживание и кормление.Кроме того, использование микросателлитов в программы разведения позволяет генетистам и селекционерам минимизировать инбридинг, который может негативно сказаться на здоровье и жизнеспособности будущих поколений. Понимание

генетической структуры популяций, основанное на данных микросателлитного полиморфизма, позволяет выбирать лучших производителей, что в конечном итоге ведет к повышению общего качества животных в стадах.

Также микросателлиты нашли применение в области экологии и охраны окружающей среды, так как их анализ может дать информацию о разнообразии и изменениях в популяциях диких животных. Это особенно актуально в условиях глобальных изменений климата и утраты естественной среды обитания, что делает генетическое мониторингирование необходимым инструментом для сохранения биоразнообразия (Седых Т.А., 2022).

Селекционеры в области животноводства используют информацию об аллельных вариантах генов для оптимизации пород скота. Знание о генетических маркерах продуктивности позволяет им выбирать особей с желаемыми характеристиками, такими как высокая молочная продуктивность или устойчивость к заболеваниям. Внедрение генетических исследований в селекционные программы способствует повышению эффективности и сокращению затрат на содержание животных (Калашникова Л.А., 2018).

Установление взаимосвязи между генотипом и фенотипом открывает новые перспективы в селекции. Например, идентификация аллелей, связанных с быстрым наращиванием массы, позволяет сконцентрироваться на таких характеристиках, как уровень кормления и условия содержания. Это, в свою очередь, приводит к улучшению производительности и качества продукции.

Также значительное внимание уделяется сохранению генетического разнообразия. Селективный отбор не должен приводить к узкоспециализированным генетическим линиям, которые могут оказаться уязвимыми перед изменениями в окружающей среде или новыми заболеваниями. Таким образом, интеграция генетических исследований в селекционные программы не только повышает продуктивность, но и обеспечивает устойчивость животных к будущим вызовам (Калашникова Л.А., 2018).

Использование информации, полученной в результате генетического анализа, должно быть организовано и упорядочено. В основе такого использования должны лежать надёжные и проверенные на практике методы и разработки, особенно в сфере племенного животноводства.

С. Хетч и Х. Гельдерман (1996), Д. Бауман (1999), Р. В. Андерсон, Р. Дж. Расби, Т. Дж. Джопфенштейн, Р. Т. Кларк (2005), Л. К. Эрнст, А. И. Жигачев, В. А. Кудрявцев (2007)отмечают, что использование генетических маркеров в качестве основных параметров при отборе племенного скота позволяет расширить возможности селекции.

Д. Таутц (1989), П. Гильберт, А. Маркот, А. Шверс, Р. Хансет, Г. Вассарт, М. Жорж (1989), Л. А. Калашникова, И. М. Дунин, В. И. Глазко, Н. В. Рыжова, Е. П. Голубина (1999), С. Каминский, Т. Малевски, А. Ахман и другие (2008), Е. Н. Кийко (2010) и Зай-Вэй Чжоу, Цзин-Бин Ян, Юа Ли, Чжао-Руй Жэнь (2011) подчёркивают, что для определения генетических характеристик необходимо проводить анализ участков генома, отвечающих за количественные признаки (QTL).

Маркерная селекция представляет собой важный инструмент в современном селекционном процессе, позволяя наиболее эффективно идентифицировать особи с желаемыми генетическими признаками. В отличие от традиционной селекции, которая опирается на визуальные и фенотипические характеристики, маркерная селекция использует молекулярные маркеры для уточнения генетического профиля организмов. Это позволяет селекционерам более точно прогнозировать наследственные качества, что особенно актуально для количественных признаков, таких как урожайность, устойчивость к болезням и экологическая адаптация (Л. А. Калашникова, Я. А. Хабибрахманова, И. Ю. Павлова, Т. Б. Ганченкова, М. И. Дунин, И. Е. Приданова, 2015).

Основная цель маркерной селекции - определить и зафиксировать вариации в генах, которые контролируют QTL (количественныеTrait loci). Это может существенно ускорить процесс селекции, так как позволяет исключить

ненужные или менее эффективные варианты на ранних этапах. Используя данные о полиморфизме однонуклеотидов (SNP) и других типах маркеров, исследователи могут выявить генетические связи между отдельными маркерами и желаемыми признаками.

В конечном итоге, применение маркерной селекции ведет к созданию более высокопродуктивных и устойчивых сортов, что имеет особое значение для сельского хозяйства в условиях меняющегося климата и растущего населения. A. Dokso, A. Ivanković, E. Zečević, M. Brka в 2015 году в своей работе обосновалитакой подход к обеспечению надежной основы для дальнейших исследований в области генетики и биотехнологий, открывая новые горизонты в селекции.

Л. А. Калашникова и её ученики-исследователи (2015) считают, что в области генетики количественных признаков необходимо разрабатывать новые методы генетического маркирования и усилить поиски маркеров, которые связаны с полезными для сельского хозяйства особенностями животных.

Изучение полиморфизма длин рестриктивных фрагментов (ПДРФ) предоставляет уникальные возможности для понимания генетической вариабельности среди различных видов животных. Используя рестриктивные ферменты, исследователи могут создавать карты геномов, которые помогут выявить генетические маркеры, связанные с определенными признаками продуктивности, такими как рост, выживаемость и товарные качества. Эти маркеры могут существенно улучшить программы селекции животных, позволяя выбрать наиболее эффективные методики разведения.

Важно отметить, что полиморфизм генов, отвечающих за функциональность и структуру, зачастую недостаточно вариативен для применения в селекционных программах. Поэтому акцент на повторяющиеся участки ДНК, обладающие более высокой степенью изменчивости, открывает горизонты для разработки новых стратегий. Эти стратегии могут включать использование генетической информации для прогнозирования признаков, что позволит минимизировать возможности проявления нежелательных качеств.

В дальнейшем исследования в этой области могут привести к более точным методам генетического тестирования и повышению эффективности селекции. В конечном итоге, более глубокое понимание геномной архитектуры животных будет способствовать улучшению их продуктивности и внешних качеств, что актуально как для сельскохозяйственной практики, так и для сохранения видов в дикой природе.

А. Митра, П. Шли, К.Р. Балакришнан и другие исследователи (1995 год), А. Лагзиель, Е. Липкин, Е. Эзра, М. Соллер (1999 год), Д.А. Шагин, Д.В. Ребриков, В.Б. Кожемяко и другие (2002 год), Г.Дж. Мирс, П.С. Мир, Д.Р.С. Бейли, С.Д.М. Джонс (2001 год), М. Садеги, Моради Шахр-е-Бабаг, М. Рахими, Н. Джавареми (2008 год), отмечают, что определение маркеров, связанных с полезными для хозяйства свойствами, осложнено из-за того, что эти свойства наследуются слабо и обусловлены влиянием множества генов.

Характеристики признаков могут быть установлены с помощью различных аллелей, которые локализуются в различных участках ДНК.

О. В. Костюнина и её исследовательская группа (2011) изучили полиморфизм генов CSN3, LALBA, DGAT и bGH у коров чёрно-пёстрой породы, выявив связь между определёнными аллелями и содержанием жира и удоем.

И. Т. Гареева с соавторами (2011) проанализировала гены бета-лактоглобулина (LGB) и обнаружила предпочтительные варианты для различных пород.

Ф. Ф. Зиннатова и Ф. Ф. Зинатов (2014) провели генетическое исследование быков, а Н. В. Ковалюк (2014) изучил полиморфизм гена лептина.

Ф. Ф. Зиннатова с коллегами (2014) рассмотрела связь комплексных генотипов с продуктивностью коров.

Эти исследования подчеркивают важность молекулярной генетики в селекции и улучшении продуктивности скота. Сравнительный анализ полиморфизма генов предоставляет мощный инструмент для селекционеров, позволяющий более точно подбирать индивидуумов для разведения.

Авторы, исследующие генетические особенности, делают акцент на ассоциациях между генотипом и фенотипом, что открывает новые горизонты для оптимизации молочного производства. В частности, результаты исследований показывают, что определенные аллели могут значительно повысить продуктивные показатели. Например, наличие конкретных вариантов гена бета-лактоглобулина (LGB) было связано с повышенным удоем у коров, что подтверждает важность индивидуального подхода в селекции.

Таким образом, использование ДНК-маркеров становится неотъемлемой частью современного животноводства, способствуя созданию высокопродуктивных и устойчивых к болезням линий. Эти достижения в области генетики открывают новые перспективы для увеличения эффективности аграрного сектора в России.

В последние годы отечественные учёные активно изучают влияние ДНК-маркеров на продуктивность сельскохозяйственных животных. Особенно много исследований проведено в области мясной продуктивности свиней.

Например, О.В. Костюнина и её коллеги (2012) обнаружили, что свиньи с генотипом MC4RAA имеют более толстую шпику и более длинную тушу по сравнению с генотипом MC4RGG.

Е. Е. Мельникова и её исследовательская группа в 2018 году обнаружили, что гены IGF2, CCKAR и MC4R могут служить индикаторами, позволяющими оценить мясные и откормочные характеристики свиней.

В результате исследованияВ. Р. Харзиновой и её коллегв 2018 году было обнаружено, что аллель Q и генотип QQ гена IGF2 встречаются у свиней крупной белой породы относительно редко. Это может быть связано с тем, что при выведении данной породы основной упор делался на улучшение их репродуктивных характеристик.

В исследовании, проведённом Г. В. Максимовым и В. В. Тупикиным в 2009 году, было установлено, что подсвинки с генотипом BB по гену эстрогена демонстрируют наилучшие показатели живой массы во всех рассматриваемых

возрастных группах. Доля таких подсвинков в общем исследуемом поголовье составила 38,3%.

В более поздней работе, опубликованной Г. В. Максимовым и Л. В. Гетманцевой в 2011 году, было обнаружено, что ген MC4R может служить генетическим маркером мясной продуктивности свиней, полученным при трёхпородномскрещивании.

В исследовании, проведённом в 2018 году Г. В. Максимовым, М. Ю. Швец и их коллегами, была обнаружена связь между полиморфизмом гена H-FABP и репродуктивными характеристиками свиноматок.

В результате исследования было установлено, что свиноматки, у которых в генотипе присутствует аллель dd гена H-FABP, демонстрируют более высокую продуктивность в плане воспроизводства.

Все изученные исследования доказывают, ДНК-маркеры, представляя собой определенные последовательности ДНК, ассоциированные с конкретными признаками, позволяют селекционерам точно идентифицировать особей, обладающих ценными генетическими характеристиками. Это значительно сокращает время и ресурсы, затрачиваемые на традиционные методы селекции, которые зачастую требуют многолетних наблюдений за потомством. Используя молекулярно-генетические методы, можно заранее оценить потенциал животного, изучая его геном, кроме того, применение ДНК-маркеров способствует более высоким темпам искусственного отбора, что критично в условиях современного производства. Например, в птицеводстве или скотоводстве наличие одного или нескольких маркеров может свидетельствовать о высокой продуктивности, устойчивости к заболеваниям или даже о качестве мяса. Это позволяет фермерам оптимизировать свои стада, получая от них максимальную выгодность и жизнеспособность.

Существует также возможность использования ДНК-маркеров для отслеживания наследственных заболеваний, что особенно важно в сохранении генетического разнообразия и здоровья популяций. В свою очередь, это повышает устойчивость животных к условиям окружающей среды, что

является важным аспектом ответственного ведения сельского хозяйства в условиях изменения климата. Таким образом, ДНК-маркеры становятся не только инструментом селекции, но и способом повышения общей эффективности агропромышленного производства.

1.3 Генетические маркеры мясной продуктивности крупного рогатого скота

В своей работе Г. С. Лозовая, Ю. В. Аржанкова, Н. В. Федотова и Г. Л. Шестакова, опубликованной в 2011 году, акцентируют внимание на значимости исследования генетических характеристик разных видов и групп крупного рогатого скота. Это важно для сохранения и развития мирового генетического наследия.

Крупный рогатый скот, который разводят для производства мяса, демонстрирует значительное генетическое разнообразие, несмотря на различия в климате и географии.В сфере мясного скотоводства одним из наиболее надёжных показателей продуктивности является живая масса животных.

Соматотропин также играет важную роль в поддержании нормального уровня жидкости и электролитов в организме. Он способствует росту клеток и тканей, что критично в период активного метаболизма, особенно у молодняка. Нормальный уровень гормона роста обеспечивает оптимальный баланс между анаболическими и катаболическими процессами, что, в свою очередь, влияет на общую продуктивность животных.

Важность соматотропина для репродуктивной функции не может быть недооценена. Уровень этого гормона непосредственно связан с качеством яйцеклеток, что влияет на плодовитость. Исследования показывают, что дефицит соматотропина может привести к снижению фертильности у самок и снижению жизнеспособности потомства.

Кроме того, соматотропин участвует в регуляции иммунной реакции, укрепляя защитные механизмы организма. Это особенно важно для животных, подвергающимся стрессу или недавно перенесенным заболеваниям. Увеличение выработки этого гормона способно значительно улучшить состояние здоровья и ускорить восстановление.

Соматотропин представляет собой жизненно важный гормон, обеспечивающий не только физическое развитие, но и здоровье, репродуктивную функцию, а также общее самочувствие животных.

Мутации в пятом экзоне гена, отвечающего за гормон роста, могут существенно влиять на продуктивность крупного рогатого скота, в частности на молочную и мясную продуктивность. Исследования показывают, что животные с определёнными вариантами мутаций способны демонстрировать более высокие темпы роста и улучшенные показатели молочной продуктивности. Это связано с тем, что гормон роста активирует синтез белков и способствует накоплению жировых запасов, что особенно важно для мясных пород.

Кроме того, мутации в этом экзоне влияют на метаболические процессы, что может приводить к увеличению массы тела и улучшению конверсии корма. Знание о таких мутациях позволяет проводить генетический отбор, создавая более продуктивные линии скота. Важно отметить, что влияние генетических факторов на продуктивность не ограничивается только мутацией в одном экзоне; общий фенотип формируется под воздействием взаимодействия многих генов и условий содержания.

Таким образом, исследование мутаций в гене гормона роста открывает новые горизонты в селекции крупного рогатого скота, предлагая возможности для улучшения продуктивности и устойчивости к заболеваниям, что в свою очередь способствует устойчивому развитию животноводства.

М. В. Урядников и И. Х. Улубаев провели исследование, в ходе которого они проанализировали генетические вариации гормона роста у коров чёрно-пёстрой породы в зависимости от их веса. В результате исследования было обнаружено, что аллель L встречается гораздо чаще, чем аллель V. Также было установлено, что коровы с генотипом LL встречаются чаще, чем особи с генотипами LV и VV.

К. Тацуда, А. Ока, Э. Ивамото, Ю. Курода, Х. Такэсита, Х. Катаока, С. Коуно (2008) и Г. Е. Сулимова, А. А. Федюнин, Е. А. Климов, Ю. А. Столповский (2011) также исследовали связь между полиморфизмом гена

гормона роста (GH) и мраморностью мяса. В результате они обнаружили, что замена нуклеотида C на G в пятом экзоне гена GH, связана с увеличением живой массы и повышением мраморности мяса. У крупного рогатого скота с генотипом GG наблюдается повышенная мраморность. Животные с генотипом CC обычно имеют более крупные туши, но их мясо менее мраморное.

В 2011 году В. А. Солошенко, Г. М. Гончаренко, Б. О. Инербаев, И. А. Храмцова, Т. С. Горячева и Н. Б. Гришина провели исследование, в ходе которого было обнаружено, что у чистопородных бычков и помесей есть различия в полиморфизме генов гормона роста и териоглобулина.

В 2011 году Г. Е. Сулимова, А. А. Федюнин, Е. А. Климентов и Ю. А. Столповский реализовали сравнительный анализ геномов пород крупного рогатого скота, ориентированных на получение мяса. Особенно выдающимся оказалось генетическое разнообразие калмыцкой породы.

В случае с мясными породами скота, скорость роста молодняка представляет собой значимый коммерческий параметр. Этот процесс обусловлен рядом факторов, среди которых ключевую роль играет гормон роста, известный как соматотропин (GH).

В исследовании, проведенном И. Ю. Долматовой и А. Г. Ильясовым и опубликованном в 2008 году, были проанализированы генотипы симментальской породы. Выявленные результаты продемонстрировали, что доля генотипов LL, LV и VV составляет 23%, 40% и 36% соответственно.

В 2011 году исследования, проведённые Л. А. Калашниковой, И. М. Дуниным, В. И. Глазко, Н. В. Рыжовой и Е. П. Голубиной, а также в 2021 году — В. А. Солошенко, Г. М. Гончаренко, Б. О. Инербаевым, И. А. Храмцовой, Т. С. Горячевой и Н. Б. Гришиной, подтвердили значимость этого гена для роста и развития животных.

В исследовании, проведенном в 2016 году А. А. Шариповым, Ш. К. Шакировым, Ю. Р. Юльметьевой и И. Т. Бикчантаевым, было выявлено, что ген гормона ростас генотипом LL существенно влияет на количество мякоти, жира

в длиннейшей мышце спины, а также улучшенная способность удержания влаги.

Тиреоглобулин — это белковое соединение, выступающее в качестве предшественника гормонов, вырабатываемых щитовидной железой, таких как трийодтиронин (T3) и тетрайодтиронин (T4). Эти гормоны играют важнейшую роль в формировании адипоцитов — клеток, ответственных за накопление и переработку жира в организме.

После йодирования, тиреоглобулин конструируется в более сложные молекулы, которые являются хранилищем гормонов щитовидной железы. Эти молекулы впоследствии подвергаются протеолизу, чтобы высвободить активные формы трийодтиронина (T3) и тетрайодтиронина (T4). Эти гормоны, попадая в кровоток, регулируют множество физиологических процессов, включая обмен веществ, терморегуляцию и функции сердца.

Важно отметить, что уровень тиреоглобулина в крови может служить диагностическим маркером различных заболеваний щитовидной железы, включая гипотиреоз и рак щитовидной железы. Повышенные концентрации тиреоглобулина могут указывать на наличие опухолевых клеток, что делает его важным инструментом в онкологической практике.

Таким образом, тиреоглобулин не только играет ключевую роль в синтезе жизненно необходимых гормонов, но и является значимым индикатором состояния здоровья щитовидной железы. Его изучение способствует более глубочному пониманию патофизиологии эндокринных заболеваний и находит применение в клинической диагностике.

Тиреоидные гормоны, синтезируемые из тиреоглобулина, усиливают все виды обмена жиров в организме. Особенно быстро мобилизуются жиры из жировой ткани, что приводит к уменьшению их количества в этой ткани. Вследствие этого в крови повышается содержание свободных жирных кислот, и они быстрее окисляются в клетках.

Ген тиреоглобулина представляет собой целевой функциональный ген и рассматривается как один из потенциальных кандидатов на роль QTL,

влияющего на образование жировых отложений. Это утверждение подтверждается исследованиями, проведенными Gan Q., Li J. Y., Hou G. Y. в 2008 году.

Дополнительные исследования, проведенные в 2010 году, подтвердили связь между геном тиреоглобулина и процентом жира в молоке у различных пород коров. Это вызывает интерес к потенциальным механизмам, стоящим за такой зависимостью, таким как влияние тиреоглобулина на метаболизм липидов(Barendse W. J., Bunch R., 2004).

Тем не менее, стоит отметить, что результаты не всегда однозначны. В некоторых исследованиях, несмотря на присутствие определённого генетического маркера, не наблюдалось ожидаемого увеличения содержания жира или белка в молоке. Это говорит о многофакторной природе формирования этих признаков, в которой помимо генетики важную роль играют условия содержания, рацион питания и здоровье животных.

В ходе изучения пород скота ангус и шортгорн выяснили, что полиморфизм тиреоглобулина также влияет на уровень мраморности мяса. Этот факт был подтвержден в работе авторов Fortes M. R. S., Curi R. A., Chardulo L. A. L., Silveira A. C., Assumpção M. E. O. D., Visintinand J. A., Oliveira H. N. В 2009 году.

В исследовании, проведённом учеными Анто И., Ковач К., Холлого Г., Фаркаш В., Лехель Л., Хайда З. и Зольнаи А. в 2011 году, были выявлены различия в жировом составе длиннейшей мышцы спины.

Исследование также показало, что высокий процент особей с генотипом CC может свидетельствовать о значительной стабилизации популяции герефордов в условиях Сибири. Это может быть связано с адаптацией животных к местным климатическим условиям, а также с селекционными программами, направленными на улучшение мясных показателей. Тем не менее, наличие лишь 2% животных с генотипом TT указывает на необходимость продолжения селекционной работы для достижения желаемых генетических характеристик.

Проведенное исследование также акцентирует внимание на гетерозиготности, которая, несмотря на свою относительную распространенность (20–35%), может быть ключевым фактором для повышения устойчивости популяции к заболеваниям. Гетерозиготные особи, как известно, обладают большими возможностями для адаптации, что имеет важное значение в условиях агрессивных климатических изменений.

Кроме того, уникальность ситуаций в каждом стаде создает вызовы для селекционеров. Важно выявить факторы, способствующие формированию желаемого генотипа, а также разработать методики для более эффективной работы с генетическим материалом. Устойчивые генетические характеристики являются залогом не только повышения продуктивности скота, но и сохранения генетического разнообразия в мясных породах.

Было отмечено, что в стадах породы Герефорд в условиях южной Сибири частота встречаемости желательного генотипа TT гена TG5 колеблется от 0 до 4,5%.

В рамках других исследований ученые не обнаружили связи между генотипом и развитием молодняка. К примеру, при оценке массы коров и показателей роста телят с различными генотипами в стаде компании ООО «Фарм» было установлено, что коровы с генотипом CC в среднем весили 374 кг, в то время как коровы с генотипами CT и TT достигали массы 381 кг.

Тем не менее, для дальнейшего понимания влияет ли генотип на продуктивность, необходимо учитывать другие факторы, такие как питание, условия содержания и здоровье животных. В ходе исследований оптимизация рациона коров показала, что правильное кормление может значительно улучшить показатели роста телят, независимо от их генетической предрасположенности. Например, телята, получавшие сбалансированный рацион, демонстрировали более высокие темпы набора массы независимо от генотипа своих матерей.

Сравнительный анализ также выявил, что коровы с генотипами CT и TT, несмотря на незначительное преимущество в массе, имели более низкие

показатели выживаемости телят. Это может свидетельствовать о том, что генетическая предрасположенность к росту не всегда коррелирует с общей продуктивностью и здоровьем потомства. Исследования показывают, что устойчивость к заболеваниям и адаптация к стрессовым условиям также играют важную роль.

В дальнейшем, для объяснения полученных результатов, необходимо провести более глубокие генетические исследования, которые позволят выявить скрытые факторы, влияющие на развитие молодняка. Возможно, что в данной ситуации физическое здоровье и управление стадом оказывают более значительное влияние, чем предполагалось ранее.

В своей статье, изданной в 2014 году, А. А. Шарипов, Ш. К. Шакиров, Ю. Р. Юльметьева и Л. И. Гафурова отметили, что по гену TG5 наблюдалось незначительное количество условно полезного генотипа CT. В частности, в абердин-ангусской породе данный генотип представлен в 36,7% случаев (11 животных), в лимузинской — 29% (9 особей), в шаролезской — 24,2% (8 особей), а в герефордской — 11,1% (2 особи). Это привело к низкому уровню аллеля T, который считается полезным для повышения мясной продуктивности: 0,25, 0,37, 0,18 и 0,06 соответственно.

В своей работе, опубликованной в 2014 году, М. Н. Добрянская обращает внимание на то, что среди представителей таких пород, как абердин-ангусская, симментальская, южная мясная, серая украинская и герефордская, которые разводят в Украине, преобладают особи с гетерозиготным генотипом. Кроме того, отмечается высокая частота желательного аллеля T.

По мнению В. А. Солошенко, Г. М. Гончаренко, А. А. Дворяткина и А. В. Плешакова (2013), симментальская и серая украинская породы являются лучшим резервом по частоте желательного аллеля TG5T, который связан с мраморностью мяса, что оказало влияние на показатель белкового качества.

Дегустационные испытания мяса выявили, что американский герефорд занял первое место среди трёх образцов. На втором месте оказался сибирский

герефорд, а замыкает тройку сибирский мясной симментал. Его мясо получило оценку 54 балла, что на 4–7 баллов ниже по сравнению с другими образцами.

В 2012 году T. D. Carvalho и его коллеги провели исследование полиморфизмов E2FB (AY138588.1:c.305C>T) в гене TG5 (X05380.1: Г.-422C>T). Они не выявили значимой статистической связи между этими полиморфизмами и показателями убойной массы. Тем не менее, исследователи отметили, что у животных с генотипом TT наблюдается тенденция к увеличению предубойной живой массы.

В проведенном исследовании отечественных ученых, в котором были проанализированы данные контрольных взвешиваний. В ходе исследования было выявлено, что тёлки с генотипом TT имели более высокую живую массу. Это позволило им раньше достичь половой зрелости и добиться лучших результатов по живой массе после отёла. Однако по репродуктивным показателям тёлки с генотипом TG^{TT} уступали своим сверстницам с другими генотипами (Н. Ю. Сафина, Ш. К. Шакиров, Ф. Ф. Зиннатова, М. Ш. Тагиров, Ю. Р. Юльметьева, 2018).

У особей, обладающих гетерозиготным генотипом, после первого отёла фиксируется сокращённый сервис-период и увеличенный индекс Дохи. Вероятно, генетически обусловленная высокая продуктивность молока может негативно сказываться на их репродуктивных способностях.

Лептин — это гормон, который вырабатывается клетками жировой ткани, называемыми адипоцитами. Он может влиять на образование жира в межмышечном пространстве.

Существует несколько изученных полиморфизмов (SNP) этого гена, включая R25C, Y7F и A80V. Некоторые исследования связывают полиморфизм гена лептина с энергообменом у мясного скота и молочной продуктивностью у молочного скота.

Также было показано, что полиморфизм LEP-A80V может влиять на продолжительность хозяйственного использования животных и уровень их рентабельности.

Лептин играет ключевую роль в формировании пищевого поведения животных, а также влияет на их массу тела, сопротивляемость болезням и репродуктивную функцию. В ходе ряда исследований было установлено, что наличие полиморфизма R25C может оказывать влияние на количество жира и белка в молоке, а также на лёгкость отёлов и длительность стельности.

В ходе исследований была обнаружена корреляция между определённой вариацией гена LEP и определёнными характеристиками мяса, такими как кислотность, оттенок, строение жировых прослоек и способность сохранять влагу.

Однако, несмотря на эти результаты, некоторые исследования не обнаружили взаимосвязи между LEP/BsaAI SNP и толщиной подкожной жировой клетчатки у крупного рогатого скота. Это может указывать на более сложные механизмы регуляции накопления жира в организме.

В результате изучения связи между однонуклеотидными полиморфизмами (SNP) в гене лептина было установлено, что у особей с генотипом CC содержание подкожного жира было ниже, чем у других генотипов. При этом мясо, полученное от животных с генотипом TT, имело лучшие органолептические свойства по сравнению с мясом особей других генотипов.

Н. Ю. Сафина, Ю. Р. Юльметьева и другие учёные провели исследование, в ходе которого определили частоту встречаемости определённых вариантов гена лептина и их аллелей. Было установлено, что аллель CC встречается в 29,9% случаев, аллель TC — в 55,5%, аллель TT — в 14,6%. Аллель C встречается в 0,58% случаев, а аллель T — в 0,42%.Также учёные обнаружили связь между определённым вариантом гена лептина и показателями веса у животных.

Основываясь на полученных данных, можно утверждать, что генотип LEP^{CC} играет ключевую роль в определении продуктивных качеств крупного рогатого скота. Эти животные демонстрируют повышенную эффективность конвертации корма, что позволяет улучшить результаты в мясном и молочном

производстве. Благодаря такому генетическому преимуществу, фермеры могут снизить затраты на кормление и одновременно повысить выход продукции.

Кроме того, селекция на основе генотипа LEP^{CC} может способствовать улучшению физического состояния животных. Исследования показывают, что такие животные обладают более устойчивым здоровьем и высокой выносливостью, что может сокращать расходы на ветеринарное обслуживание и увеличивать общую прибыльность хозяйств. Применение современных технологий генетики в селекционных программах открывает новые горизонты для достижения поставленных целей.

Необходимо учитывать и потенциальные экологические преимущества, связанные с использованием животных с генотипом LEP^{CC}. Улучшение продуктивности при меньших затратах ресурсов позволяет снизить нагрузку на окружающую среду. В конечном итоге, подобные изменения могут привести к более устойчивому сельскому хозяйству, что становится все более актуальным в свете глобальных вызовов, связанных с изменением климата и увеличением населения.

DGAT1 — это фермент, который участвует в процессе образования триглицеридов из 1,2-диацилглицерина и ацетил-коэнзима А. Он играет важную роль на завершающем этапе синтеза триглицеридов.

Изменение в структуре белка DGAT1 может открывать новые горизонты для исследования метаболизма липидов. Аланин и лизин, как аминокислоты, имеют разные химические свойства, и их замена может повлиять на конформацию фермента, что в свою очередь может изменять его активность. Увеличенная выработка ацетил-коэнзима А может свидетельствовать о более эффективном протекании реакции образования триглицеридов, что имеет ключевое значение для энергетического обмена в организме.

Это исследование также имеет потенциальные терапевтические применения. Поскольку триглицериды участвуют в ряде заболеваний, включая ожирение и метаболический синдром, понимание механизмов их синтеза может помочь в разработке новых методов селекции. Модуляция активности DGAT1 с

помощью генетических подходов будет представлять интерес для ученых и зоотехнических работников, стремящихся улучшить популяцию.

Кроме того, дальнейшие исследования могут направить внимание на возможность создания специфических ингибиторов DGAT1, которые смогут регулировать уровень триглицеридов в организме, открывая новые возможности для увеличения привесов у скота. Таким образом, замена аланина на лизин в этом ферменте не только углубляет наше понимание биохимии, но и предоставляет новые пути для стратегий селекции.

В 2011 году исследователи из Венгрии провели анализ гена DGAT1 и выявили следующие генотипы у венгерских красных ангусов:

* генотип AA/AA встречается у 5,2% особей;

* генотип AA/GC — у 27,75%;

* генотип GC/GC — у 67,05%.

В мышечных тканях спины у представителей с генотипом AA/AA уровень жировой ткани составил максимальный уровень в 18,08%.

В ходе исследования, проведённого Х. Ли, М. Экерлюнгом, К. Лундстрёмом и А. Лунденом в 2013 году, а также Д. Кароли, В. Убри Уриком, К. Саладжпалом и М. Джикичем в 2012 году, было установлено, что в популяции симментальского крупного рогатого скота частоты аллелей определяются как: K — 0,17; A — 0,83.

В животноводстве DGAT1 рассматривается как потенциальный ген, который может влиять на содержание жира в молоке.

В 2011 году исследователи R. A. Curi и H. N. de Oliveira провели эксперимент на крупном рогатом скоте. В ходе исследования они обнаружили, что наличие определённого варианта гена DGAT1, который обозначается буквой K, связано с увеличением толщины подкожного жира у животных породы Nellore.

В 2013 году С. Даннер, Н. Севане, Д. Гарсиа, Х. Левези, Дж.-Л. Уильямс, Б. Мангин и А. Валентини подтвердили эти выводы. В 2014 году И. Ф. Горлов, А. А. Федюнин, Д. А. Ранделин и Г. Е. Сулимова также установили, что DGAT1

снижает содержание стеариновой кислоты в мясе, что положительно влияет на его качество.

В научной работе, опубликованной в 2015 году, специалисты С. Авилес, О. Польвилло, Ф. Пена, М. Хуарес, А. Л. Мартинес и А. Молина выявили связь между генотипом КК гена DGAT1 и увеличенным количеством подкожного жира у особей пород шароле и лимузин.

В популяции шароле доля особей с генотипом АА составила 0,02, с генотипом АК — 0,33, а с генотипом КК — 0,65. Частоты аллелей были следующими: А — 0,18, К — 0,82.В популяции лимузинов распределение генотипов было таким: АА — 0,03, АК — 0,28, КК — 0,69. Частоты аллелей: А — 0,17, К — 0,84.

Толщина подкожного жира у животных с генотипом АА составила 2,46 см, что было значительно меньше ($p<0,01$), чем у животных с генотипами АК (2,98 см) и КК (3,37 см). Разница составила 16,8% и 27,0% соответственно.

Содержание внутримышечного жира у животных с генотипом АА было 1,64%, что значительно ниже ($p < 0,01$) по сравнению с генотипом АК (1,68%), но выше ($p < 0,05$), чем у животных с генотипом КК (1,75%).

В 2012 году учёные под руководством Д. Кароли провели исследование, в ходе которого они обнаружили, что у изучаемых коров породы симментал аллель DGAT1 гена DGAT1 встречается реже, чем у быков. Так, у тёлок частота этого аллеля составила 8%, а у быков — 27%. Распространённость аллеля К составила 17%.

Содержание этих кислот имеет большое значение. Например, миристолеиновая кислота способствует восстановлению и развитию мышечных волокон.

В процессе исследования E. Casas и его коллеги, проведенного в 2005 году, не была установлена связь между полиморфизмом K232A и показателями убоя у скота породы Брахман.

Несмотря на отсутствие связи, изучение генетических полиморфизмов продолжает оставаться важным направлением в исследованиях мясной

продуктивности. Учитывая, что поголовье животных гетерогенно и реагирует на внешние факторы по-разному, важно проводить более глубокий анализ взаимодействий между генетическими маркерами и условиями содержания. Возможные различия в экологических условиях или рационах питания могут существенно влиять на результаты, что подчеркивает необходимость дальнейших исследований в этой области.

Кроме того, современные технологии, такие как геномное секвенирование и ассоциативные исследования, позволяют более точно выявлять влияние генетических факторов на продуктивные характеристики животных. Научное сообщество всё больше осознаёт, что мясная продуктивность является многофакторной характеристикой, включающей как генетические, так и средовые компоненты.

Таким образом, для более полной картины необходимо учитывать не только полиморфизм DGAT1, но и другие гены, которые могут оказывать значительное влияние на качество мяса и продуктивность. Продолжение исследований в этом направлении может привести к разработке новых стратегий селекции и улучшения мясных пород.

В ходе исследований был получен обширный массив данных, который представляет ценность как для науки, так и для практического применения в изучении однонуклеотидных полиморфизмов (SNP) в генах-кандидатах, связанных с мясной продуктивностью.

Однако на данный момент в доступных источниках информации не хватает сведений о генотипировании калмыцкой породы крупного рогатого скота.

1.4 Происхождение и оценка популяции калмыцкого скота в СПК племзавода «Мир»

Использование лучших представителей племенного скота в селекционных программах играет ключевую роль в создании высокопродуктивных стад. Закрепление наиболее ценных наследственных признаков способствует повышению эффективности селекционного процесса.

В степных регионах России широко распространён калмыцкий скот, который не требует особых условий содержания. Его можно встретить в степных зонах круглый год. Этот скот хорошо приспосабливается к различным климатическим условиям и не требователен к питанию. У него компактное телосложение, он быстро акклиматизируется и отличается высокими показателями роста и набора веса.

История СПК племзавода «Мир» начинается в 1929 году, когда в ходе коллективизации был создан колхоз имени 17-й Партконференции. В 1995 году это объединение преобразовали в ТОО племзавод «Мир», а затем в СПК племзавод «Мир».

Стадо крупного рогатого скота калмыцкой породы имеет богатую историю, которая тесно связана с развитием скотоводства в восточных районах Ростовской области. Основой стада стал местный скот, разводимый в колхозе имени 17-й Партконференции. В 1956 году к нему присоединился колхоз «Красные фронтовики», хотя происхождение этого скота оставалось неизвестным.

Для улучшения поголовья использовались быки калмыцкой породы с известными родословными. Их завозили из племзавода «Троицкий» в Калмыцкой АССР, а также из племферм мясосовхоза «Дубовской» и Зимовниковского конного завода с 1949 года. Особую ценность представляли быки из линий Зиммера и Барзера, которые активно использовались для оплодотворения местных коров и тёлок, что способствовало значительному

улучшению генетического потенциала стада. В результате целенаправленной селекционной работы, проводимой на протяжении многих лет, удалось добиться повышения продуктивности животных, улучшения качества мяса и молока, а также устойчивости к заболеваниям.

Систематическое внедрение современных методов кормления и содержания скота, а также использование новейших технологий в животноводстве, позволили СПК племзаводу «Мир» занять прочные позиции на рынке. В хозяйстве активно развиваются как мясное предприятие, что позволяет обеспечить потребности как местного населения, так и отгружать продукцию на другие рынки.

Кроме того, племзавод активно участвует в программах по сохранению и улучшению местных пород, что способствует не только экономическому развитию, но и сохранению биологического разнообразия. В последние годы здесь также уделяется внимание вопросам экологии и устойчивого развития, что отражает современные мировые тенденции в аграрном секторе.

Основные быки-производители: Брут 1819, Казак 1369 и Гром 5697 принадлежат к разным заводским линиям. Другие быки имеют общих предков, и их линии пересекаются. Это связано с особенностями разведения животных в данном хозяйстве.

В условиях, когда в процессе селекционно-племенной работы применяется несколько производителей, особенно при естественном осеменении, становится крайне важным анализ генетической структуры стада мясного скота.

1.5 Особенности природно-климатических условийразведения и технологий содержания калмыцкого скота

Для получения говядины высокого качества необходимо улучшить генетические свойства отечественных пород мясного скота. Этого можно достичь, в частности, путём создания специализированных линий, которые обеспечат потомству необходимые хозяйственные характеристики.

В степных районах Ростовской области применяется технология пастбищно-стойлового содержания скота. Она включает в себя следующие важные аспекты:

1. Сезонные «туровые» отёлы зимой и весной;
2. Отгонный способ содержания крупного рогатого скота;
3. Содержание телят на пастбищах с коровами;
4. Выбраковка яловых коров.

В сфере разведения мясного скота все издержки, включая содержание маточного стада, быков, ветеринарные услуги и прочие расходы, включаются в стоимость молодняка. Чтобы удешевить производство мяса, применяются доступные и недорогие сооружения, а также открытые пространства.Ручной труд совмещается с автоматизацией ключевых производственных процессов. В тёплое время года скот преимущественно содержится на открытых пастбищах.

В животноводческих хозяйствах практикуют зимние и весенние отёлы, которые проводятся в определённые периоды. Это позволяет специалистам контролировать процесс и синхронизировать осеменение или случку маточного поголовья, которое содержится в стойлах без привязи.Все важные мероприятия проводятся до начала пастбищного периода.

На одного взрослого быка-производителя приходится нагрузка в размере от 20 до 25 коров или от 15 до 20 тёлок. Использование гормональных препаратов способствуют стимуляции и синхронизации половой охоты.

Коров, которые готовятся к отёлу, размещают на специальных площадках, которые обеспечивают им безопасность и спокойствие, что крайне важно в этот ответственный период. Правильное время и место для отёла способствуют снижению стрессовых факторов, что, в свою очередь, положительно сказывается на здоровье как матери, так и телёнка. Профессиональное наблюдение за коровами позволяет своевременно реагировать на любые отклонения и обеспечить необходимую поддержку.

Свободный подсос, который применяется после рождения телят, имеет множество преимуществ. Такой метод обеспечивает телятам доступ к материнскому молоку в любое время, что способствует их быстрому росту и развитию. Молоко матери содержит все необходимые питательные вещества, которые имеют решающее значение для формирования иммунной системы новорождённого. Это особенно важно в первые недели жизни, когда телята наиболее уязвимы к болезням.

Сезонные отёлы позволяют оптимально планировать воспроизводство, что даёт возможность максимально эффективно использовать пастбища, обеспечивая достаточное количество корма для подрастающего молодняка. Это способствует не только увеличению поголовья, но и улучшению общей производительности хозяйства.

Применение электропастуха позволяет уменьшить количество работы для одного сотрудника в четыре раза и обеспечивает возможность непрерывного выпаса животных. Чтобы поддерживать продуктивность пастбища, при достижении 60–70% потери растительности, стадо переводят на другое место. В период выпаса обычно не проводят подкормку.

Многие ученые скептически относятся к необходимости подкормки телят в период выпаса.

По информации, предоставленной Г. П. Легошиным в 2012 году, для обеспечения дополнительного прироста живой массы подсосных телят на уровне 40 килограммов требуется около 300 килограммов зерновых концентратов в качестве дополнительного корма.

Однако есть мнение, что использование концентрированных кормов в качестве подкормки может привести к снижению потребления пастбищной травы и, как следствие, к увеличению стоимости производства говядины. Это мнение высказывают, например, Первов Н. Г. и его коллеги (2014).

Для организации водопоя используются естественные водоёмы. Важно, чтобы подходы к воде были пологими, достаточно длинными и широкими. Это необходимо для удобства коров и телят.

В конце сезона выпаса происходит отъём телят от матерей. В зависимости от целей разведения, телят доращивают на специальных площадках, которые работают круглый год.

Молодняк, который будет использоваться для увеличения поголовья, выращивают, обеспечивая умеренный среднесуточный прирост веса в пределах 500–600 граммов. К моменту достижения возраста 15–17 месяцев они должны набрать 60–70% от веса взрослых особей.

В зимний период на центральных участках площадок сооружают насыпи. На площадках также устанавливают защитные конструкции от ветра в виде лёгких деревянных сооружений.

Для достижения высоких показателей воспроизводства у мясного скота необходимо обеспечить эффективное управление стадом, включающее в себя оптимизацию кормления, поддержание здоровья животных и своевременное проведение мероприятий по воспроизводству.

Кроме того, необходимо вести точный учет всех мероприятий и результатов, связанных с воспроизводством, чтобы иметь возможность анализировать данные и принимать обоснованные решения по улучшению показателей стада.

Для основного стада также разрабатываются специальные рационы, которые учитывают особенности физиологии и вес животных. Например, для коров, которые находятся на разных стадиях беременности и кормления, предусмотрены разные рационы. После того как телёнок отнят от матери, корову нужно содержать ещё 60 дней.

Успешное развитие молодняка в первые месяцы жизни во многом зависит от качества материнского молока. Оно помогает телятам лучше усваивать пищу, способствует их гармоничному развитию и укрепляет их иммунитет.

В летний период основу питания составляют растения, которые произрастают на естественных пастбищах.

Анализ справочных данных показывает, что количество потребляемого корма зависит от срока выращивания и откорма животных. При соотношении сахара и протеина 1:1,2 на каждую энергетическую кормовую единицу (ЭКЕ) приходилось 93,4–84,6 грамма переваримого протеина. Концентрация обменной энергии в 1 килограмме сухого вещества составляла от 8,0 до 9,8 мегаджоулей.

Такие образом, в Ростовской области калмыцкий скот выращивают по технологии смешенного пастбищно-стойлового или выпасного (отгонного)содержания. Для откорма товарных животных и выбракованных особей используют специальные площадки — фидлоты, где корма раздаются механизированным способом.

2. Материалы, методы и условия проведения исследований

В период с 2021 по 2024 год в СПК племзавод «Мир» Ремонтненского района и ООО «Солнечное» Орловского района Ростовской области проводился научный эксперимент. Его целью было исследовать, влияние полиморфизма генов GH, TG5 и LEP на формирования мясных качеств в процессе роста и развития.

Родословная быков-производителей, коров основного стада и животных, участвующих в эксперименте, была установлена на основе племенных карточек и данных зоотехнического учета.

Исследование проводилось на бычках калмыцкой породытрёх заводских линий: Дуплета 825 (КС_Дуплета), Моряка 12054 (КС_Моряка) и Пирата 6626 (КС_Пирата), которые выращивались на выпасе с матерями. Для формирования опытных групп использовался метод подбора по живой массе и уровню развития. В каждой группе было по 120 голов из каждой заводской линии. Молодняк родился в марте.

Для оценки их мясной продуктивности были зафиксированы следующие параметры:

- динамика увеличения живой массы;
- среднесуточные и общие приросты;
- относительная скорость роста;
- живая масса на момент отъема и перед убоем.

Особое внимание уделялось корреляции между размерами тела и массой животных. Для оценки потомства проводился анализ выживаемости молодняка, а также изучались показатели веса новорождённых телят и животных в возрасте 8, 12, 16 и 20 месяцев. Собранные данные использовались для расчета абсолютных и среднесуточных приростов, а также относительной скорости роста как за разные периоды, так и за весь интервал.

План исследования изображён на рисунке 1.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ МЯСНЫХ ЛИНИЙ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА КАЛМЫЦКОЙ ПОРОДЫ И ГЕНЕТИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ В СЕЛЕКЦИИ И СОЗДАНИИ НОВЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЛИНИЙ

Хозяйственно-биологические особенности специализированных линий крупного рогатого скота калмыцкой породы

Влияние полиморфизма генов GH, TG5 и LEP на формирование мясной продуктивности бычков в онтогенезе

Происхождение и оценка структуры популяции крупного рогатого скота калмыцкой породы

Морфофизиологические показатели крупного рогатого скота калмыцкой породы различных специализированных линий

Генотипирование по SNP генов
GH, TG5, LEP
– бычки калмыцкой породы (n=150);

Для каждой линии формировалось 3 группы бычков:
1 группа бычки гомозиготные по первому аллелю;
2 группа – гетерозиготные;
3 группа – гомозиготные по второму аллелю.

Оценка генетической структуры по ДНК-маркерам. Полиморфизм микросателлитных локусов.
- аллельные частоты;
- информативные аллели;
-эффективные аллели;
-индекс Шеннона;
- ожидаемая гетерозиготность;
- фактическая гетерозиготность;
- индекс фиксации Райта;
- частота встречаемости приватных аллелей

Показатели:
— изменение веса животных в процессе жизни;
— качество туш;
— состав туш;
— вес и выход различных частей туши;
— состав различных частей туши;
— химический состав длиннейшей мышцы спины.

— Частоты генотипов и частоты аллелей.
— Наблюдаемая и ожидаемая гетерозиготность, количество эффективных аллелей, критерий Пирсона.
— Абсолютные и среднесуточные приросты живой массы.
— Относительная скорость роста в постнатальном онтогенезе и в разные технологические периоды.
— Линейный рост.
— Гематологические показатели.
— Морфологический состав туш.
— Масса и выход естественно-анатомических частей.
— Органолептические показатели мяса и мясного бульона.
— Химический состав длиннейшей мышцы спины.
— Химический состав общей пробы мяса-фарша.
— Белково-качественный показатель и энергетическая ценность.

Разработка нового способа ранней диагностики племенной ценности

Оценка экономической эффективности производства говядины

Рисунок 1 – Схема исследования заводских линий КРС калмыцкой породы

Измерения проводились регулярно, что дало возможность отследить изменения на протяжении всего эксперимента.

На основе собранных данных были определены индексы телосложения.

Анализировались абсолютные и среднесуточные приросты живой массы, а также относительная скорость роста. Абсолютный прирост массы тела за период выращивания рассчитывался по специальной формуле. (1)

$$A=Wt-W0 \quad (1)$$

где А - абсолютный прирост живой массы (г);

W0 - начальная масса (кг);

Wt - живая масса животного в конце периода;

Среднесуточный прирост живой массы определяли по формуле (2):

$$C= (Wt-W0)/t \quad (2)$$

где С - среднесуточный прирост живой массы (г);

W0 - начальная масса (кг) животного (см);

Wt - живая масса животного в конце периода;

t – время периода выращивания (дней).

Исследования полиморфизма микросателлитных локусов и генотипированиепроводились в лаборатории иммуногенетики и ДНК-технологий Регионального информационно-селекционного центра Ростовской областии в лаборатории молекулярно-генетической экспертизыФГБОУ ВО «Донского ГАУ».

Материалом для исследования служила цитрированная кровь.

Для выделения ДНК использовали комплект реагентов DIAtomTM DNA Prep100, предоставленный компанией «Лаборатория Изоген» (Россия). Процесс ПЦР проводился в соответствии с методиками, разработанными в ВИЖ.

Генотипирование животных осуществлялось с применением девяти микросателлитных маркеров: TGLA126, TGLA122, TGLA227, ILST005, ETH185, ETH10, ETH225, BM1818 и BM2113. Амплифицированные результаты анализировались с использованием генетического анализатора

ABI Prism 3130xl компании «Applied Biosystems» из США. Биометрическая обработка и анализ данных выполнялись с помощью программного обеспечения GenAlEx версии 6.4 и PAST.

Экстракция ДНК проводилась с применением набора реактивов ДНК-Экстран-2, выпущенного ЗАО «Sintol». Для изучения генов, которые имеют отношение к мясной продуктивности, использовались методики полимеразной цепной реакции (ПЦР) и анализ полиморфизма длин рестрикционных фрагментов (ПДРФ) ДНК. Перечень генов-кандидатов, подвергнутых исследованию, можно увидеть в таблице 1.

Таблица 1 – Гены-кандидаты, способные оказывать воздействие на показатели мясной продуктивности у крупного рогатого скота.

Ген	Локализация гена	Локализация SNP	Полиморфизм
Гормон роста (GH)	Хромосома 19q22	Позиция 2141, экзон 5 транзиция C→G	Потеря сайта AluI и замена Leu127→Val127
Диацилглицерол О-ацилтранфераза (DGAT1)	Хромосома 14 в области центромеры	Позиция 10433/10434, экзон 8 GC→AA	Аминокислотная замена Ala232→Lys232
Тиреоглобулин (TG5)	Хромосома 14 (BTA14)	Позиция 473	C548→T548
Лептин (LEP)	Хромосома 4q32	Позиция 501, экзон 2, интрон 2	A422→B422

Для амплификации необходимых генетических фрагментов были использованы соответствующие праймеры, информация о которых представлена в таблице 2. Число и размеры рестрикционных фрагментов определялись с помощью электрофореза на 3%-ном агарозном геле, который был подсвечен ультрафиолетовой лампой после обработки бромистым эдитием. Обработка полученных результатов осуществлялась с помощью компьютерных программ и систем для документирования гель-анализа.

Таблица 2 – Результаты ПЦР-ПДРФ

Наименование SNP	GH-L127V	DGAT1 K232A	TG5 548	LEP 422
Праймеры	F: 5'–tag-ggg-agg-gtg-gaa-aat-gga-3' R: 5'–gac-acc-tac-tca-gac-aat-gcg-3'	F: 5'–gca-cca-tcc-tct-tcc-tca-ag-3' R: 5'–gga-agc-gct-ttc-tcc-gga-	F: 5'-ggg-gat-gac-tac-gag-tat-gac-tg-3' R: 5'-ctg-aaa-atc-ttg-tgg-agg-ctg-	F: 5'-tgg-agt-ggc-ttg-tta-ttt-tct-tct-3' R:5'-gtc-ccc-gct-tct-ggc-tac-cta-

		tg-3'	ta-3'	act-3'
Эндонуклеаза рестрикции	Alu I	Cfr I	BstX2 I	Sau3A I
Генотипы и размеры продуктов амплификации	LL - 185,132,51,36 LV – 236,185,132,51,36 VV – 236,132,36	KK - 411 KA – 411,208,203 AA – 208, 203	CC – 295,178,75 CT – 473,295,178,75 TT – 473,75	AA - 390, 32 AB - 390, 303, 88, 32 BB - 303, 88, 32
Метод	ПЦР ПДРФ (Komisarek J., 2011)	ПЦРПДРФ Winter et al. (2002)	ПЦР ПДРФ De S. (2004)	ПЦР ПДРФ Sharifzadeh A. (2010)

Для определения распространённости генотипов использовали формулу 3:

$$p = n/N \ (3)$$

где p – частота определения генотипа;

n – количество особей, имеющих определенный генотип;

N – число особей.

Частоту отдельных аллелей определяли по формулам 4 и 5:

$$pA = (2nAA+nAB)/2N \ (4),$$

где pA – частота аллеля A.

$$qB = (2nBB+nAB)/2N \ (5),$$

где qB – частота аллеля B.

Во время анализа генетического состава телят с применением ДНК-маркеров было определено число эффективных аллей, используя формулу Аяла, предложенную в 1984 году (6):

$$Ne=1/(1-He) \ (6),$$

где Ne - число эффективных аллелей в популяции,

He - ожидаемая степень гетерозиготности.

Ожидаемая степень гетерозиготности (He): рассчитывали, используя формулу (7):

$$He=1-\Sigma pi \ (7),$$

где pi - частота встречаемости i-го аллеля.

Наблюдаемая степень гетерозиготности (Ho) рассчитывалась как отношениечисла гетерозигот к общему числу исследованных животных (8):

$$Ho=n/N \ (8),$$

где n-число особей, гетерозиготных по данному аллелю,

N - численность выборки.

Для определения критерия χ2 использовали формулу (9):

$$\chi^2 = \Sigma^k (O-E)^2 / E \ (9),$$

где O и E – наблюдаемые и теоретически ожидаемые количества генотиповопределённого типа;

k – число генотипических классов.

Гематологические исследования проводили в филиале ГБУ РО «Ростовская облСББЖ с ПО» — «Ростовская облветлаборатория» в городе Ростов-на-Дону. Для определения морфологического состава крови использовался гематологический анализатор LH-500 производства Beckman Coulter (США). Подсчёт эритроцитов, гемоглобина и лейкоцитов проводился методом Культера (проточной цитометрии).

В рамках научного исследования была проведена работа по выявлению связей между полиморфизмом генов GH, TG5 и LEP с характеристиками откормочных и мясных качеств.

Были отобраны молодые бычки из каждой категории по принципу парных аналогов. На их основе сформировали три группы с различными комбинациями аллелей исследуемых генов:

первая группа состояла из гомозигот по первому аллелю;

вторая группа включала гетерозиготы;

третья группа — гомозиготы по второму аллелю.

Контрольный убой бычков производился в завершение откорма, когда возраст животных достигал 20 месяцев. Оценка после убоя проводилась на мясоперерабатывающем заводе ООО «Виктория», расположенном в Песчанокопском районе Ростовской области. Все операции выполнялись в соответствии с ветеринарными правилами убоя животныхи ветеринарными правилами назначения и проведения ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и продуктов убоя (промысла) животных, предназначенных для

переработки и (или) реализации, при этом учитывались живая масса перед убоем, масса туши, выход туши, выход жира, убойная масса и убойный выход. Также анализировался морфологический состав туш.

Для анализа морфологического состава проводилась разделка естественно анатомических частей туш и жиловка мяса.

Классификация туш и определение категории говядины проводились в соответствии со стандартом ГОСТ 33818-2016 «Мясо. Говядина высшего качества. Технические требования». В процессе анализа учитывались такие показатели, как толщина подкожного жира, размеры мышечного глазка (толщина мышц в области таза), а также цвет мышечной ткани на поперечном срезе и оттенок подкожного жира.

Дополнительно проводилась оценка органолептических свойств мяса и мясного бульона в соответствии с ГОСТ 9959-2015 «Мясо и мясные продукты. Общие условия проведения органолептической оценки» были проведены отбор проб и оценка качества мяса и бульона с помощью органов чувств.

Образцы для лабораторного анализа химического состава длиннейшей мышцы спины, а также оценки жира, общей золы, белка и влаги согласно ГОСТ 23042-86отбирались в области между 11 и 13 ребром.

Химический состав длиннейшей мышцы спины и общей пробы мяса-фарша, а также содержание триптофана и оксипролина в мясе определялись с использованием кинетических реакций и специализированных реагентов для каждого из тестов. Для оценки общего содержания белка применялся метод конечной точки, основанный на биуретовой реакции с соответствующим реагентом.

Все исследования проводились на биохимическом анализаторе SYNCHRON CX4 PRO. Для анализа белковых фракций использовался автоматический капиллярный электрофорез на аппарате MINICAP.

Показатель качества белка вычислялся через отношение триптофана к оксипролину.

Энергетическую ценность мяса определяли по методике, предложенной В. М. Александровым в 1951 году (10):

$$X = Б \times 4,1 + Ж \times 9,3 \ (10),$$

где Х – калорийность 1 кг продукта, ккал;

Б – количество белка, г;

Ж – количество жира, г.

Биоконверсия питательных веществ была определена в соответствии с методиками, разработанными ВНИИМС:

1. Коэффициент конверсии протеина по Мирошникову А. С., 2004 год.

2. Коэффициент конверсии обменной энергии корма в энергию пищевых продуктов убоя по Вагапову Ф. Ф., 2013 год.

Расчёты производились по формулам (11, 12).

$$ККП = БВ \ x \ 100 \ / \ РП \ (11),$$

где ККП – коэффициент конверсии протеина;

ВБ – выход пищевого белка, г;

РП – расход протеина, г.

$$ККЭ = ВЭ \ x \ 100 \ / \ РОЭ \ (12),$$

где ККЭ – коэффициент конверсии обменной энергии;

ВЭ – выход энергии, МДж;

РОЭ – расход обменной энергии корма, МДж.

Полученные результаты были обработаны с помощью программы 1С: Предприятие. Учет и отчетность в лаборатории иммуногенетики и ДНК-диагностики, а биометрический анализ результатов был осуществлён с применением стандартного метода и программы «BioStat».

Для расчёта экономической эффективности опирались на ключевые показатели деятельности хозяйства. При анализе структуры себестоимости продукции учитывали затраты на выращивание и откорм молодняка, а также на содержание коров и быков. Кроме того, принимали во внимание цены на говядину в сопоставимых значениях.

3. Результаты собственных исследований и их обсуждение

3.1. Оценка популяции калмыцкого скота по полиморфизму микросателитных локусов

Включение лучших особей племенного материала в программы селекции имеет решающее значение для формирования высокопродуктивного поголовья. Фиксация наиболее значимых генетических характеристик способствует улучшению эффективности процесса селекции.

Для оценки генетической структуры популяции калмыцкого скота мы провели анализ генотипов животных по микросателлитным локусам. Результаты представлены на рисунке 2.

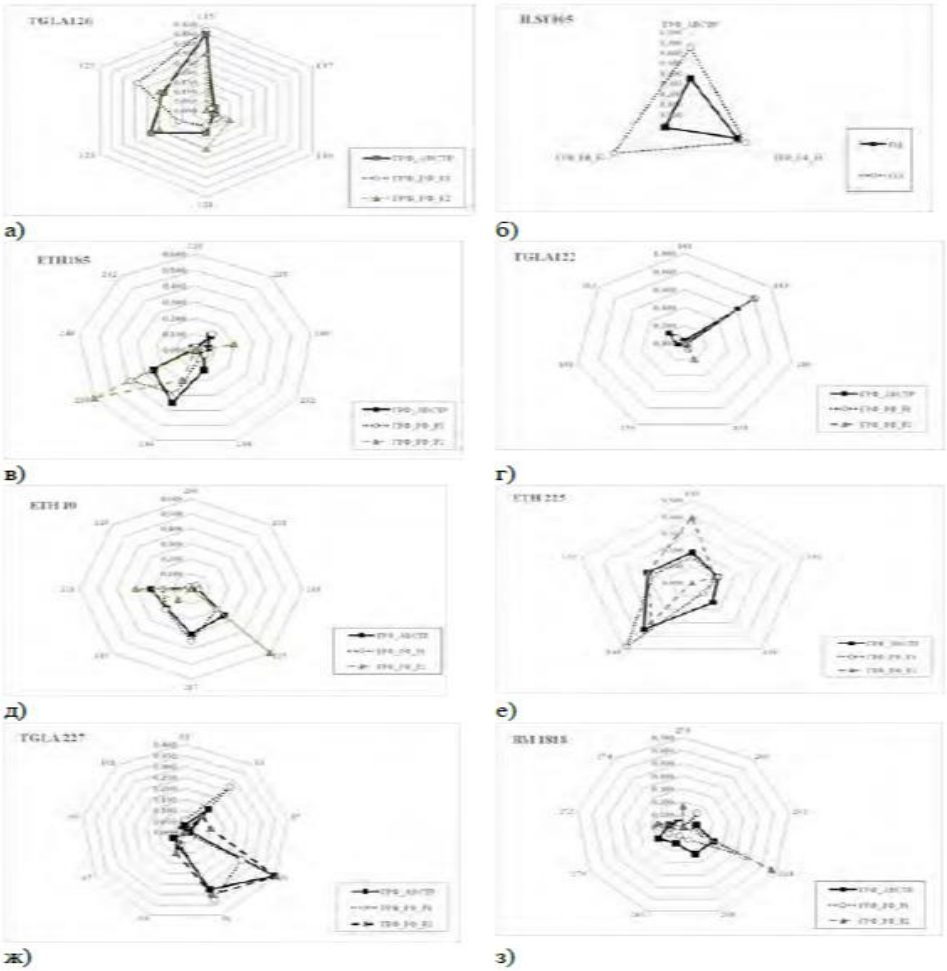

Рисунок 2 –Частоты аллелей по микросателлитным маркерам

В ходе исследований в микросателлитных участках было обнаружено в общей сложности 66 различных вариантов генов. При этом обнаружились

существенные различия в частоте встречаемости определённых генов в разных поколениях животных.

Частота аллеля 238 локуса *ETH185* увеличивается от 0,2 у животных линии Дуплета 825 (КС_Дуплета) и Моряка 12054 (КС_Моряка) до 0,6 у животных линии Пирата 6626 (КС_Пирата).

У животных КС Дуплета и КС Моряка наблюдается рост числа аллелей 215 локуса ETH10 и 264 локуса BM1818. Их частота составляет от 0,2 до 0,5 и от 0,3 до 0,8 соответственно.

В трёх производственных линиях был проведён анализ количества информативных и действенных аллелей, а также величины индекса Шеннона, результаты представлены в таблице 3.

Данные, представленные в таблице 3 снижение уровня аллелей, что может иметь значительные последствия для генетического разнообразия и устойчивости популяций. Было зафиксировано снижение среднего количества аллелей на локус микросателлитов: с 6,13 (Дуплета) и 5,38 (Моряка) до 3,63 (Пирата). Это указывает на то, что производственные линии, такие как Пирата, могут быть подвержены более высоким генетическим рискам. Генетическое разнообразие служит важным фактором, определяющим способность популяций адаптироваться к новым условиям, и его дефицит может привести к уязвимости.

Уменьшение генетического материала может ограничить возможности для внедрения новых аллелей, что, в свою очередь, сказывается на производительности и качественных характеристиках продукции. Селективный отбор на основе узкого генетического фонда зачастую снижает возможные преимущества, которые могли бы быть достигнуты при более широком доступе к разнообразию генов. Это связано с тем, что разведение крупного рогатого скота происходит только в рамках определённых линий.

Таблица 3 – Наличие информативных и эффективных аллелей в различных заводских линиях калмыцкого скота

Линия	Показатель	Локус								В среднем
		TGLA126	*ILST005*	*ETH185*	*TGLA122*	*ETH 10*	*ETH 225*	*TGLA 227*	*BM 1818*	
КС_Дуплета	Na	6,0	2,0	7,0	8,0	5,0	6,0	7,0	8,0	6,13±1,96
	Ne	3,9	1,9	4,3	2,3	4,1	4,2	3,7	5,7	3,76±1,19
	I	1,6	0,7	1,8	1,1	1,0	1,3	1,7	1,2	1,30±0,38
КС_Моряка	Na	5,0	2,0	7,0	5,0	7,0	4,0	6,0	7,0	5,38±1,77
	Ne	3,6	2,2	4,1	1,4	4,3	3,5	4,2	3,9	3,40±1,05
	I	1,2	0,8	1,4	0,8	1,8	1,3	1,6	1,8	1,34±0,40
КС_Пирата	Na	6,0	2,0	3,0	3,0	2,0	5,0	4,0	4,0	3,63±1,41
	Ne	4,7	1,9	2,1	1,6	2,3	3,4	2,9	2,1	2,63±1,02
	I	1,6	0,7	1,1	0,6	0,8	1,4	1,5	1,1	1,10±0,38
Итого по КС										Итого по породе
КС_Дуплета	Na	5,67±0,58	2,00±0,00	5,67±2,31	5,33±2,52	4,67±2,52	5,00±1,00	5,67±1,53	6,33±2,08	5,04±1,33
КС_Моряка	Ne	4,07±0,57	2,00±0,17	3,50±1,22	1,77±0,47	3,57±1,10	3,70±0,44	3,60±0,66	3,90±1,80	3,26±0,87
КС_Пирата	I	1,47±0,23	0,73±0,06	1,43±0,35	0,83±0,25	1,20±0,53	1,33±0,06	1,60±0,10	1,37±0,38	1,25±0,31

В ходе изучения генетического разнообразия специализированных линий калмыцкого скота были использованы такие параметры, как наблюдаемая (Но) и ожидаемая (Хе) степень гетерозиготности, а также индекс фиксации Райта (Fis).Результаты исследования представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Фактическая и ожидаемая степени гетерозиготностив заводских линиях калмыцкого скота

Линия	Но	Не	F	Fis
КС_Дуплета	0,521±0,069	0,712±0,041	- 0,151	0,231±0,111
КС_Моряка	0,656±0,051	0,652±0,051	0,021	- 0,012±0,112
КС_Пирата	0,679±0,881	0,553±0,052	0,130	- 0,232±0,116

В результате анализа результатов генетического разнообразия в различных линиях калмыцкого скота представленных в таблице 4 установлено: во всех линиях наблюдается увеличение фактической гетерозиготности: от 0,521 в линии КС Дуплета до 0,679 в линии КС Пирата. Однако только в одной заводской линии, КС Дуплета, был обнаружен дефицит гетерозигот (0,151). В этой же линии зафиксировано положительное значение Fis (0,231), что может свидетельствовать о дисбалансе в генетическом материале.

В двух других линиях, Моряка 12054 и Пирата 6626, наблюдается избыток гетерозигот: 0,021 и 0,13 соответственно. Эти результаты свидетельствуют о том, что в данных линиях генетическое разнообразие находится на более высоком уровне.

Повышение показателей генетического разнообразия в линиях Дуплета 825 и Моряка 12054 связано с использованием большего количества животных этих линий при чистолинейном разведении.

Все исследованные заводские линии обладают индивидуальными генетическими особенностями. Они образуют компактные группы, которые частично перекрываются, что указывает на увеличение генетического разнообразия. Однако все они имеют общее начало.

Результаты нашего исследования частично совпадают с мнением отечественных учёных. Так, например, Т. А. Седых и с соавторами полагают, что в процессе генетической адаптации у животных могут измениться видовые биологические особенности, что позволит им лучше приспосабливаться к условиям среды обитания.

В результате генотипирования специализированных мясных линий калмыцкого скота по микросателлитным локусам удалось определить возможность сохранения генетического разнообразия в конкретной заводской линии. Это открывает перспективы для создания новых специализированных линий.

Все изучаемые линии калмыцкого скота происходят от общего типа, но при этом имеют некоторые отличия в генотипах.

Для улучшения ситуации стоит уделить внимание программам разведения, направленным на введение новых генетических линий и поддержание генетического разнообразия. Такие программы помогут не только укрепить устойчивость производственных линий, но и расширить их потенциальные возможности в условиях быстро меняющейся среды.

3.2 Влияние полиморфизма генов липидного обмена на мясные качества бычков различных линий калмыцкой породы

3.2.1 Полиморфизм генов липидного обменау бычков различных линий калмыцкой породы

В настоящее время существует ряд генов, которые, как предполагается, могут оказывать влияние на мясную продуктивность животных. Эти гены: *GH, TG5, DGAT1* и *LEP*.

В таблице 5 представлены результаты генотипирования бычков калмыцкой породы, относящихся к различным специализированным линиям.

Таблица 5 – Полиморфизм генов липидного обмена

Заводская линия	Количество животных	Генотипы						Частоты аллелей	
GH		LL		LV		VV		L	V
		гол	%	гол	%	гол	%		
Дуплета 825	50	24	48	22	44	6	12	0,65	0,35
Моряка 12054	50	26	52	20	40	4	8	0,76	0,24
Пирата 6626	50	18	36	22	44	10	20	0,64	0,36
TG5		CC		CT		TT		C	T
		гол	%	гол	%	гол	%		
Дуплета 825	50	25	50	20	40	5	10	0,72	0,28
Моряка 12054	50	26	52	19	38	5	10	0,78	0,22
Пирата 6626	50	20	40	23	46	7	14	0,62	0,38
LEP		AA		AB		BB		A	B
		гол	%	гол	%	гол	%		
Дуплета 825	50	17	34	33	65	0	0	0,75	0,25
Моряка 12054	50	20	40	30	60	0	0	0,81	0,19
Пирата 6626	50	10	20	40	80	0	0	0,85	0,15
DGAT1		KK		KA		AA		K	A
		гол	%	гол	%	гол	%		
Дуплета 825	50	38	76	12	24	0	0	0,86	0,14
Моряка 12054	50	40	80	10	20	0	0	0,91	0,09
Пирата 6626	50	39	78	11	22	0	0	0,89	0,11

Информация, представленная в таблице 5, демонстрирует, что у молодых бычков различных специализированных линий наблюдается схожее распределение генотипов изучаемых генов. В процессе изучения генетического материала, содержащегося в генах GH и TG5 у молодых бычков, были выявлены три вероятных типа генотипа:

Генотип, в котором оба аллеля идентичны (гомозиготный по первому аллелю);

Генотип, в котором аллели отличаются друг от друга (гетерозиготный);

Генотип, в котором оба аллеля идентичны (гомозиготный по второму аллелю).

В случае генов *DGAT1* и гормона, регулирующего аппетит (*LEP*), было выявлено два генотипа, при этом не было обнаружено животных с генотипом, гомозиготным по второму аллелю, в исследуемых выборках.

При изучении генетического разнообразия животных двух пород был обнаружен высокий уровень присутствия аллеля GH^L в гене гормона роста. Его частота встречаемости составила 0,65, 0,76 и 0,64 по сравнению с аллелем GH^V, который был обнаружен в количестве 0,35, 0,24 и 0,36.

Анализ генотипов по этому гену показал, что у исследуемых бычков есть хороший генетический потенциал для развития откормочных качеств.

Среди животных наиболее часто встречался генотип $TG5^{CC}$ — 50%, 52% и 40%.На втором месте по распространённости была гетерозиготная форма этого генотипа, которая была обнаружена у 40%, 38% и 46% животных.

У животных всех линий было установлено существенное преобладание аллеля $TG5^C$ гена тиреоглобулина (0,62-0,78). Это говорит о том, что у животных есть большой потенциал для получения вкусного и питательного мяса. Это связано с тем, что у них довольно часто встречается желательный генотип $TG5^{TT}$, который появился благодаря чистопородному разведению.

В ходе исследования молодняка было проведено генотипирование по гену *LEP*. Выяснилось, что у бычков линии Пирата 6626 чаще всего

встречается генотип LEP^{AB} (в 80% случаев). У бычков специализированных мясных линий калмыцкой породы также была обнаружена высокая частота аллеля LEP^{A} — 0,75, 0,81 и 0,85 соответственно.

Также было обнаружено, что у животных всех линий по гену *DGAT1* часто встречается аллель $DGAT1^{K}$: 0,86 — в линии Дуплета 825, 0,91 — в линии Моряка 12054, 0,89 — у животных линии Пирата 6626. Аллель $DGAT1^{A}$ встречается реже: 0,14, 0,09 и 0, 11 соответственно.

Фактическая и прогнозируемая гетерозиготность, а также коэффициент Пирсона — это основные индикаторы, которые позволяют оценить уровень генетического разнообразия в популяциях животных на основе анализа полиморфизма изучаемых генов.

Таблица 6 – Фактическая и ожидаемая гетерозиготности

Линия	Но	Не	F	Ne	χ2
GH					
Дуплета 825	0,433	0,455	-0,022	1,672	0,04
Моряка 12054	0,436	0,450	-0,014	1,655	0,05
Пирата 6626	0,615	0,432	0,183	0,906	0,83
TG5					
Дуплета 825	0,396	0,375	0,021	0,121	0,12
Моряка 12054	0,385	0,424	- 0,039	1,121	1,12
Пирата 6626	0,376	0,354	0,022	1,062	0,83
LEP					
Дуплета 825	0,444	0,388	0,056	1,127	0,75
Моряка 12054	0,440	0,446	- 0,006	0,864	0,93
Пирата 6626	0,380	0,422	- 0,042	0,125	0,04
DGAT1					
Дуплета 825	0,256	0,250	0,006	1,127	0,69
Моряка 12054	0,288	0,432	- 0,144	0,824	0,83
Пирата 6626	0,301	0,536	- 0,235	1,014	0,84

Из анализа таблицы 6 следует, что у бычков линии Пирата 6626 число эффективных аллелей по исследуемым генам выше.

У бычков линии Моряка 12054 по гену *GH* зафиксировано высокое значение критерия Пирсона — 1,12. Это может указывать на изменения в генофонде, вызванные ограниченным числом используемых животных в данной линии.

Частоты генотипов для генов *GH*, *TG5* и *DGAT1* совпадают с теоретическими значениями частот аллельных вариантов, что указывает на то, что популяция находится в состоянии равновесия.

Полиморфизм генов, отвечающих за мясную продуктивность, является важным аспектом селекции и разведения животных. Данный феномен позволяет не только выявить потенциально эффективные генетические маркеры, но и дать возможность селекционерам нацеливаться на специфические черты, способствующие улучшению качества мяса и повышению общей продуктивности. Осознание генетической изменчивости может сыграть ключевую роль в разработке методов управления скотоводством и формирования генетических ресурсов.

Кроме того, состояние генетического равновесия у калмыцкой породы свидетельствует о стабильной популяции с низким уровнем инбридинга. Это создает благоприятные условия для сохранения разнообразия генов и уменьшает риск проявления вредных рецессивных признаков. Поддержание генетического равновесия может способствовать устойчивости породы к различным заболеваниям и изменениям в окружающей среде, что особенно важно в условиях современного животноводства.

Таким образом, дальнейшие исследования в области генетики животных имеют огромное значение. Углубленное изучение полиморфизма и мясных характеристик позволит не только прогнозировать продуктивность поголовья, но и применять более целенаправленные стратегии селекции, что в конечном итоге приведет к улучшению экономической эффективности сельского хозяйства.

3.2.2 Влияние полиморфизма генов липидного обмена на показатели роста и развития бычков

В мясном скотоводстве одним из ключевых параметров, на который обращают внимание селекционеры, является живая масса животных.В таблице 7 представлены данные о приросте живой массы за весь период выращивания.Согласно этим данным, живая масса животных соответствовала физиологическим нормам для калмыцкой породы.

У бычков линии Дуплета 825 с гомозиготным генотипом GH^{LL} живая масса была выше на 2,4% по сравнению с бычками линии Моряка 12054. Относительно животных линии Пирата 6626 разница составила 2,08%.

Наибольшую живую массу продемонстрировали бычки линии Дуплета 825 с генотипом GH^{LL} — 489 килограммов. Их масса была достоверно выше на 0,1% по сравнению с животными с генотипом GH^{VV}.

Так, у бычков линии Дуплета 825 разница составляет 1,7%, у животных линии Моряка 12054 — 0,3%, а у животных линии Пирата 6626 — 0,1%.

В таблице 8 представлены данные о росте бычков с различными генотипами по гену *DGAT1*. Успешная селекция на мясные характеристики может потребовать времени и тщательной работы с генетическими ресурсами. Ген DGAT1, обладая значительным влиянием на жирность мяса и его качество, может стать ключевым элементом в программе улучшения продуктивности стада. Исследования показывают, что бычки с предпочтительными аллелями по этому гену демонстрируют более высокую скорость роста мышечной массы и лучшее качество мяса.

Таблица 7 – Интенсивность роста и развития бычков различных генотипов по гену GH

Показатель	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
Генотип	*LL* (n=24)	*LV* (n=22)	*VV* (n=6)	*LL* (n=26)	*LV* (n=20)	*VV* (n=4)	*LL* (n=18)	*LV* (n=22)	*VV* (n=10)
Живая масса при рождении, кг	23,8±0,95	23,6±0,76	23,2±0,68	24,9±0,88	24,5±0,75	24,1±0,66	23,8±1,12	23,5±0,81	23,2±0,56
Живая масса в конце откорма, кг	489,0±12,89	486,0±10,36	485,3±9,36	472,0±13,22	475,3±10,36	470,2±9,47	479,3±8,34	475,2±13,25	473,1±11,12
Абсолютный прирост, кг	465,2±9,21	462,4±9,31	462,1±8,12	447,1±9,01	450,8±10,31	446,1±9,87	455,5±9,47	451,7±7,39	449,9±8,87
Среднесуточный прирост, г	775±78	770±86	770±56	745±77	751±82	743±71	759±63	752±54	749±61
Относительная скорость роста, %	140,2±6,6	135,2±2,5	135,2±2,5	120,3±7,5	125,5±8,5	118,9±6,6	132,1±6,8	126,7±8,9	123,2±9,6

Таблица 8 – Интенсивность роста и развития бычков различных генотипов по гену DGAT1

Показатель	Заводская линия					
	Дуплета 825		Моряка 12054		Пирата 6626	
Генотип	*KK*(n=38)	*KA*(n=12)	*KK*(n=40)	*KA*(n=10)	*KK*(n=39)	*KA*(n=11)
Живая масса при рождении, кг	23,7±0,92	23,7±0,71	24,8±0,81	24,6±0,76	23,7±1,15	23,6±0,86
Живая масса в конце откорма, кг	489,1±12,01	487,0±11,42	473,3±13,34	474,1±10,13	478,9±8,35	476,3±13,33
Абсолютный прирост, кг	465,4±8,56	463,3±8,12	448,5±8,47	449,5±8,30	455,2±8,47	452,7±8,98
Среднесуточный прирост, г	775±89	772±74	747±72	749±73	758±78	754±39
Относительная скорость роста, %	141,1±6,1	134,1±2,2	120,5±4,1	124,4±8,9	131,0±5,8	125,2±8,1

Таблица 9 – Интенсивность роста и развития бычков различных генотипов по гену TG5

Показатель	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
Генотип	*CC*(n=25)	*CT*(n=20)	*TT*(n=5)	*CC*(n=26)	*CT*(n=19)	*TT*(n=5)	*CC*(n=20)	*CT*(n=23)	*TT*(n=7)
Живая масса при рождении, кг	23,5±0,92	23,3±0,73	23,3±0,61	24,6±0,81	24,2±0,72	24,3±0,60	23,5±1,15	23,2±0,83	23,0±0,51
Живая масса в конце откорма, кг	492,3±11,13	487,0±10,45	484,9±9,44	482,1±13,17	477,6±10,89	473,3±9,33	479,1±8,71	476,2±11,09	472,3±10,77
Абсолютный прирост, кг	468,8±8,71	463,7±7,30	461,6±8,94	457,5±7,36	453,4±9,17	449,0±10,34	455,6±8,99	453,0±8,81	449,3±8,70
Среднесуточный прирост, г	781±81	772±82	769±77	762±81	755±83	748±61	759±77	755±81	748±59
Относительная скорость роста, %	141,3±6,7	136,3±2,6	134,3±2,1	121,5±7,7	124,4±8,0	114,4±6,6	134,4±6,5	126,1±8,2	124,3±9,2

Таблица 10 – Интенсивность роста и развития бычков различных генотипов по гену LEP

Показатель	Заводская линия					
	Дуплета 825		Моряка 12054		Пирата 6626	
Генотип	*AA*(n=17)	*AB*(n=33)	*AA*(n=20)	*AB*(n=30)	*AA*(n=10)	*AB*(n=40)
Живая масса при рождении, кг	25,1±0,88	24,8±0,81	24,3±0,69	23,9±0,91	24,9±1,01	23,5±0,74
Живая масса в конце откорма, кг	498,2±13,11	488,2±10,22	483,6±13,12	473,2±11,88	479,8±8,01	470,1±9,18
Абсолютный прирост, кг	473,1±8,12	463,4±8,87	459,3±8,07	449,3±7,89	454,9±8,12	446,6±6,89
Среднесуточный прирост, г	788±101	772±81	765±69	748±79	758±66	744±90
Относительная скорость роста, %	144,2±9,8	129,1±6,6	129,2±4,9	123,3±8,1	121,1±8,8	118,1±3,9

В таблице 9 представлены данные о весовом увеличении бычков разных генотипов по гену *TG5*. Исходя из этих сведений, можно сделать вывод, что бычки линии Дуплета 825 в среднем оказались на 0,9–0,2% тяжелее по сравнению с бычками других линий.

При анализе таблицы 10 можно заметить отсутствие влияния полиморфизма гена лептина рости развитие. В целом, у животных с генотипом *AA* показатель живой массы был выше на 0,2% по сравнению с генотипом *AB*. Похожие тенденции также наблюдаются в других характеристиках, связанных с ростом животных.

В ходе исследований мы выявили корреляцию между вариабельностью гена гормона роста и массой тела животных в конце периода откорма, а также их общим и ежедневным приростом.

В процессе исследования было выявлено, что представители с генотипом GH^{LL} показали лучшие результаты по этим параметрам. Разница была статистически значимой ($P < 0,05$).

В группах, где проводились эксперименты, животные с идентичными аллелями в генотипе демонстрировали более высокую массу тела. Это объясняется тем, что при анализе генов, связанных с метаболизмом липидов, таких особей было больше. Это говорит о том, что все исследуемые линии являются мясными. Целью селекционной работы было увеличение массы тела племенного скота.

3.2.3 Влияние полиморфизма генов липидного обмена на мясные качества бычков

Генетические вариации в генах, могут влиять на уровень жировых отложений, состав жирных кислот и органолептические характеристики мяса. Эти гены участвуют в метаболизме липидов, и их полиморфизмы могут обуславливать различия в мраморности и вкусовых качествах мяса. Полиморфизм генов липидного обмена играет значительную роль в формировании мясных качеств бычков.

Исследования показывают, что определенные аллели могут ассоциироваться с повышенной мраморностью, что, в свою очередь, улучшает сочность и мягкость мяса. Например, бычки с определенными вариантами гена *LEP* продемонстрировали более высокие уровни олеиновой кислоты, что приводит к более благоприятным органолептическим характеристикам, таким как улучшенный вкус и аромат.

Кроме того, полиморфизмы могут влиять на скорость деления клеток и последующую продукцию миоглобина, что также определяет цвет мяса. Изучение связи между генетическими маркерами и качеством мяса открывает новые горизонты для селекции и разведения, способствуя получению более качественной продукции для потребителей. В конечном итоге, правильная интерпретация этих генетических аспектов может привести к улучшению мясных качеств и экономической эффективности животноводства.

Результаты исследования мясной продуктивности бычков с различными генотипами, связанными с обменом жиров, представлены в таблицах 11–14.

Таблица 11 – Результаты убоя бычков различных генотипов по гену GH

Показатель	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
Генотип	*LL* (n=24)	*LV* (n=22)	*VV* (n=6)	*LL* (n=26)	*LV* (n=20)	*VV* (n=4)	*LL* (n=18)	*LV* (n=22)	*VV* (n=10)
Предубойная живая масса, кг	489,0±12,89	486,0±10,36	485,3±9,36	472,0±13,22	475,3±10,36	470,2±9,47	479,3±8,34	475,2±13,25	473,1±11,12
Масса парной туши, кг	286,55±5,37*	278,47±6,18*	277,10±5,49	276,12±5,23	276,14±7,45	269,42±8,36	269,36±7,36	266,58±4,24	261,62±9,89
Выход туши, %	58,6±1,12	57,3±0,89	57,1±1,24	58,5±1,10	58,1±1,68	57,3±1,74	56,2±1,98	56,1±2,13	55,3±2,44
Масса внутреннего жира-сырца, кг	16,82±2,34	11,27±2,88	11,49±2,27	11,07±3,39*	11,12±4,67	11,45±3,04*	9,91±1,31	10,63±2,07	11,06±2,60
Выход жира, %	3,44±0,11	4,05±0,18	4,15±0,14	4,01±0,19	4,03±0,32	4,25±0,21	3,68±0,33	3,99±0,45	4,23±0,30
Убойная масса, кг	304,65±18,75	297,43±17,76	296,3±16,74	279,89±15,01	283,27±14,69	275,53±13,14	288,05±15,15	283,21±16,99	275,81±14,35
Убойный выход, %	62,3±2,11*	61,2±2,19*	61,0±3,15	59,3±2,81	59,6±3,78	58,6±2,77	60,1±2,74*	59,6±2,98	58,3±3,71*

*P<0,05

Таблица 12 – Результаты убоя бычков различных генотипов по гену DGAT1

Показатель	Заводская линия					
	Дуплета 825		Моряка 12054		Пирата 6626	
Генотип	*KK*(n=38)	*KA*(n=12)	*KK*(n=40)	*KA*(n=10)	*KK*(n=39)	*KA*(n=11)
Предубойная живая масса, кг	489,1±12,01	487,0±11,42	473,3±13,34	474,1±10,13	478,9±8,35	476,3±13,33
Масса парной туши, кг	287,59±8,63	282,46±7,16	272,14±9,87	270,23±6,11	274,40±6,69	271,01±9,44
Выход туши, %	58,8±1,25	58,0±1,73	57,5±1,33	57,0±1,11	57,3±1,21	56,9±1,29
Масса внутреннего жира-сырца, кг	10,55±3,39	11,64±3,42	11,10±3,88	11,21±3,78	11,31±2,22	12,36±4,11
Выход жира, %	3,67±0,22*	4,12±0,25*	4,08±0,19	4,15±0,23	4,12±0,16	4,56±0,27
Убойная масса, кг	309,60±18,21	302,43±15,77	284,45±16,22	283,51±18,46	288,30±15,71	284,83±14,66
Убойный выход, %	63,3±2,77	62,1±2,50	60,1±2,42	59,8±2,66	60,2±2,78	59,8±2,90

Таблица 13 – Результаты убоя бычков различных генотипов по гену TG5

Показатель	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
Генотип	*CC*(n=25)	*CT*(n=20)	*TT*(n=5)	*CC*(n=26)	*CT*(n=19)	*TT*(n=5)	*CC*(n=20)	*CT*(n=23)	*TT*(n=7)
Предубойная живая масса, кг	492,3±11,13	487,0±10,45	484,9±9,44	482,1±13,17	477,6±10,89	473,3±9,33	479,1±8,71*	476,2±11,09	472,3±10,77*
Масса парной туши, кг	300,80±9,11*	293,17±9,78*	290,46±9,44	287,33±9,03	284,17±9,91	280,67±10,14	278,36±11,43	276,20±9,14	272,52±9,25
Выход туши, %	61,1±1,7	60,2±1,79	59,9±1,73	59,6±1,66	59,5±1,15	59,3±2,22	58,1±1,69	58±1,99	57,7±2,45
Масса внутреннего жира-сырца, кг	11,67±3,88	11,76±3,12	11,76±3,78	11,84±3,66**	11,79±3,34	11,93±3,54**	11,50±3,57	11,54±4,12	11,72±4,31
Выход жира, %	3,88±0,23	4,01±0,22	4,05±0,21	4,12±0,23	4,15±0,33	4,25±0,23	4,13±0,23*	4,18±0,20	4,3±0,23*
Убойная масса, кг	316,55±16,11	303,40±18,67	291,42±16,99	295,05±17,58	288,95±16,09	285,40±18,14	283,15±15,37	280,96±16,09	275,35±15,58
Убойный выход, %	64,3±2,7	62,3±2,45	60,1±2,56	61,2±2,12	60,5±3,38	60,3±2,45	59,1±2,59	59±2,27	58,3±2,08

*P<0,05, **P< 0,01

Таблица 14 – Результаты убоя бычков различных генотипов по гену LEP

Показатель	Заводская линия					
	Дуплета 825		Моряка 12054		Пирата 6626	
Генотип	*AA*(n=17)	*AB*(n=33)	*AA*(n=20)	*AB*(n=30)	*AA*(n=10)	*AB*(n=40)
Предубойная живая масса, кг	498,2±13,11*	488,2±10,22*	483,6±13,12	473,2±11,88	479,8±8,01	470,1±9,18
Масса парной туши, кг	294,44±11,43	284,13±12,77	286,77±13,63	276,35±10,15	283,08±13,74	273,13±11,09
Выход туши, %	59,1±1,79	58,2±1,69	59,3±1,55	58,4±1,54	59±1,67	58,1±1,77
Масса внутреннего жира-сырца, кг	11,81±3,66	11,71±3,03	12,47±3,27*	12,13±3,68*	12,03±3,49	12,32±3,30
Выход жира, %	4,01±0,33**	4,12±0,37**	4,35±0,35**	4,39±0,39**	4,25±0,45**	4,51±0,49**
Убойная масса, кг	310,38±18,67	293,41±18,93	295,48±17,53	283,92±19,07	287,40±16,13	277,83±20,12
Убойный выход, %	62,3±2,56	60,1±3,14	61,1±2,77	60±3,25	59,9±2,46*	59,1±3,68*

*P<0,05, **P< 0,01

Согласно информации из таблицы 11, бычки с генотипом GH^{LL} показывают лучшие результаты по сравнению с представителями с генотипом GH^{VV} по показателю массы парной туши — на 2,31%.

Данные по убою бычков с различными генотипами по гену *DGAT1*, представленные в таблице 12, показывают, что у животных с генотипом $DGAT1^{KA}$ также отмечается рост живой массы, массы туши, выхода туши и убойного выхода. Существенная разница (P< 0,05) была зафиксирована лишь в показателе выхода жира между тушами линии Дуплета 825 с генотипами $DGAT1^{KK}$ и $DGAT1^{KA}$.

При исследовании связи между генами *TG5* и *LEP* и их влияния на продуктивные характеристики была обнаружена значимая корреляция только в отношении параметров внутреннего жира-сырца и выхода жира, чтопредставлено в таблицах 13 и 14.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о значительном влиянии генотипа *TG5* на мясные качества животных. По данным анализа, особи с генотипом *TT* демонстрируют более высокий выход жира, на 0,2–0,3% по сравнению с генотипом *CC* и на 0,03% по сравнению с генотипом *CT*, что может иметь ключевое значение для мясной промышленности, направленной на получение продукции с повышенными вкусом и питательными свойствами. Увеличение жировой массы при этом может способствовать улучшению общей оценки туши, что также играет важную роль в экономической эффективности животноводства.

Кроме того, наблюдая за живой массой и другими показателями, можно отметить, что животные с генотипом *CC*, хотя и имели несколько меньший выход жира, показывают положительную динамику в предубойных характеристиках. Это может быть связано с особенностями обмена веществ у этих особей, что требует дальнейшего изучения для более глубокой интерпретации результатов.

В ходе исследования было обнаружено, что полиморфизм гена *LEP* связан с показателями мясной продуктивности после убоя. Так, туши,

полученные от бычков с генотипом LEP^{AB}, имели достоверно больший вес внутреннего жира (P<0,01) по сравнению с тушами бычков с генотипом LEP^{AA}. Разница составила в среднем 0,11%. Также у туш бычков с генотипом LEP^{AB} был выше выход жира (P<0,05), в среднем на 0,06%.

В результате исследования были обнаружены определённые закономерности между генетическими вариациями и характеристиками убойных показателей туш. Так, животные с генотипами, которые содержат только один тип аллелей генов *GH* и *LEP*, продемонстрировали статистически значимое (P < 0,05) превосходство по убойным показателям по сравнению с животными, имеющими другие генотипы.Туши бычков породы Дуплет 825 с генотипом *DGAT1A* показали статистически значимо больший выход жира (P < 0,05).Также было обнаружено, что туши бычков с генотипами *TG5C* (P < 0,05), *TG5T* (P < 0,01) и *LEPAB* (P < 0,05) имели больший выход жира, а у последних была выявлена связь с показателями массы внутреннего жира-сырца (P < 0,01).

В таблицах 15–18 представлены результаты исследования морфологического состава туш бычков, принадлежащих к разным генотипам, с учётом генов, отвечающих за липидный и гормональный обмен.

Исследование показало, что полиморфизм гена гормона роста влияет на показатели морфологического состава туш у бычков разных линий. Так, у бычков линии Дуплета 825 с генотипом GH^{LL} масса охлажденной туши и количество мякоти были достоверно больше (P ≤ 0,05), чем у бычков с гетерозиготным генотипом GH^{LV}, на 0,3% и 0,26% соответственно. Показатели туш бычков с генотипом GH^{VV} были ещё выше: масса охлажденной туши больше на 0,5%, а количество мякоти — на 1,8%.

Аналогичные результаты были получены при исследовании морфологического состава туш бычков линии Моряка 12054. У бычков с генотипом GH^{LL} масса охлажденной туши и количество мякоти были достоверно больше (P ≤ 0,05; P ≤ 0,01), чем у бычков с генотипом GH^{LV}, на

0,13%. У туш бычков с генотипом GH^{VV} эти показатели были ещё выше: масса охлажденной туши больше на 0,3%, а количество мякоти — на 1,45%.

Исследования показали, что ген *TG5* играет ключевую роль в определении морфологических характеристик туш бычков. Именно этот ген влияет на уровень отложения подкожного и внутримышечного жира, что, в свою очередь, напрямую связано с качеством мяса. В результате, животные с определенными генетическими вариациями в этом гене могут демонстрировать заметные различия в структуре и объеме жировых отложений.

Важно отметить, что селекция на основе изучения генетических маркеров, таких как TG5, может значительно ускорить процесс получения новых линий с желательными качествами. Использование методов молекулярной генетики позволяет не только повысить продуктивность, но и обеспечить более устойчивое производство мясной продукции.

У бычков разных заводских линий калмыцкой породы крупного рогатого скота было обнаружено высокое содержание жира в тушах. Это объясняется породными особенностями: калмыцкий скот склонен к накоплению жировых отложений.

У особей, принадлежащих к линии Пирата 6626 и имеющих генотип LEP^{AB}, было зафиксировано статистически значимое ($P < 0,05$) увеличение доли жира в составе туши на 0,15%.

Кроме того, у бычков линии Дуплета 825, обладающих генотипами *TG5* и *LEP*, наблюдалось повышение коэффициента мясности по сравнению с другими линиями. Это обусловлено их более ранним достижением зрелости и способностью активно наращивать мышечную массу.

Таблица 15 – Морфологический состав туш бычков различных генотипов по гену *GH*

Показатель	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
Генотип	*LL* (n=24)	*LV* (n=22)	*VV* (n=6)	*LL* (n=26)	*LV* (n=20)	*VV* (n=4)	*LL* (n=18)	*LV* (n=22)	*VV* (n=10)
Масса туши, кг	286,55±5,37*	278,47±6,18	277,10±5,49*	276,12±5,23	276,14±7,45	269,42±8,36	269,36±7,36	266,58±4,24	261,62±9,89
в т.ч: мякоть, кг	203,45±13,11	195,76±13,44	193,97±13,98	191,35±14,25	190,81±14,78	185,90±14,89	186,40±13,33	183,94±14,02	179,99±13,07
%	71,0±3,12	70,3±3,25	70,0±3,00	69,3±3,36	69,1±3,45	69,0±3,48	69,2±3,89	69,0±3,99	68,8±4,18
Жир, кг	20,63±3,15	19,77±3,26	19,95±3,78	20,71±3,88*	19,05±3,93	18,32±4,19*	22,09±4,56	22,66±3,78	22,50±4,55
%	7,2±0,85	7,1±0,55	7,2±0,60	7,5±0,71	6,9±0,80	6,8±0,99	8,2±1,15	8,5±1,45	8,6±1,74
Кости, кг	49,84±5,21	48,18±5,56	49,60±5,61	50,53±5,89	51,09±5,79	50,92±5,49	51,72±6,36*	51,98±6,26	51,54±7,10*
%	17,4±3,98	17,3±3,42	17,9±3,78	18,3±3,03	18,5±3,59	18,9±3,69	19,2±3,74	19,5±3,39	19,7±3,97
Сухожилия и хрящи, кг	11,2±1,22	11,2±1,47	11,4±1,98	11,3±1,30	11,5±1,18	11,2±1,08	11,3±1,74	11,2±1,63	11,1±1,50
%	3,91±0,19	4,01±0,22	4,12±0,18	4,10±0,19	4,16±0,25	4,15±0,22	4,19±0,29	4,21±0,32	4,25±0,25
Коэффициент мясности	4,12±0,05*	3,63±0,07	3,51±0,06*	3,43±0,05*	3,35±0,09	3,29±0,11*	3,31±0,05*	3,27±0,09	3,23±0,14*

*P<0,05

Таблица 16 – Морфологический состав туш бычков различных генотипов по гену *DGAT1*

Показатель	Заводская линия					
	Дуплета 825		Моряка 12054		Пирата 6626	
Генотип	*KK*(n=38)	*KA*(n=12)	*KK*(n=40)	*KA*(n=10)	*KK*(n=39)	*KA*(n=11)
Масса туши, кг	287,59±8,63	282,46±7,16	272,14±9,87	270,23±6,11	274,40±6,69	271,01±9,44
в т.ч: мякоть, кг	193,55±7,21	185,58±7,36	176,89±7,74	176,46±7,98	178,36±7,67	179,14±7,30
%	67,3±3,02	65,7±3,14	65,0±3,26	65,3±3,36	65,0±3,85	66,1±3,90
Жир, кг	20,42±0,55	20,05±0,46	19,59±0,68	19,73±0,93	21,95±0,74	22,22±0,80
%	7,1±0,98	7,1±0,99	7,2±0,79	7,3±0,90	8,0±0,87	8,2±0,99
Кости, кг	48,60±5,45	48,58±5,36	47,62±5,50	49,18±5,76	50,22±5,48	50,41±5,12
%	16,9±3,40	17,2±3,74	17,5±3,68	18,2±3,38	18,3±3,78	18,6±3,46
Сухожилия и хрящи, кг	11,5±1,12	11,4±1,30	11,5±1,45	11,5±1,16	11,6±1,24	12,4±1,55
%	4,01±0,21	4,03±0,23	4,22±0,20	4,25±0,27	4,23±0,28	4,56±0,21
Коэффициент мясности	3,56±0,07	3,43±0,09	3,32±0,02	3,23±0,05	3,24±0,08	3,21±0,15

Таблица 17 – Морфологический состав туш бычков различных генотипов по гену *TG5*

Показатель	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
Генотип	*CC*(n=25)	*CT*(n=20)	*TT*(n=5)	*CC*(n=26)	*CT*(n=19)	*TT*(n=5)	*CC*(n=20)	*CT*(n=23)	*TT*(n=7)
Масса туши, кг	300,80±9,11*	293,17±9,78	290,46±9,44*	287,33±9,03	284,17±9,91	280,67±10,14	278,36±11,43	276,20±9,14	272,52±9,25
в т.ч: мякоть, кг	212,06±14,78	206,10±14,55	203,61±14,47	200,84±14,06	197,50±14,37	193,94±14,38	191,51±15,18	189,20±16,87	185,86±10,36
%	70,5±3,25	70,3±3,44	70,1±3,55	69,9±3,78	69,5±3,89	69,1±3,80	68,8±3,97	68,5±3,26	68,2±3,72
Жир, кг	22,56±3,78	22,28±3,47	22,37±3,22	22,99±3,31	23,02±3,34	24,14±3,35	24,22±3,78*	23,20±3,18	24,25±3,75*
%	7,5±0,45	7,6±0,78	7,7±0,30	8,0±0,78	8,1±0,92	8,6±0,34	8,7±0,66	8,4±0,80	8,9±0,73
Кости, кг	52,94±5,40	51,30±5,56	51,70±5,96	51,72±5,38	52,00±5,78	53,05±5,39	52,61±5,87	53,03±5,81	53,14±5,78
%	17,6±3,45	17,5±3,96	17,8±3,78	18,0±3,35	18,3±4,12	18,9±4,34	18,9±4,10	19,2±4,56	19,5±4,91
Сухожилия и хрящи, кг	12,0±1,21	11,8±1,32	12,3±1,45	11,9±1,65*	11,9±1,57	11,8±1,90*	11,7±1,72	11,7±1,68	11,6±1,39
%	4,00±0,29	4,01±0,22	4,23±0,21	4,15±0,27	4,19±0,28	4,22±0,27	4,21±0,25	4,23±0,29	4,26±0,22
Коэффициент мясности	3,61±0,06	3,62±0,09	3,53±0,01	3,52±0,08	3,45±0,07	3,36±0,09	3,35±0,08	3,28±0,02	3,24±0,09

*P<0,05

Таблица 18 – Морфологический состав туш бычков различных генотипов по гену *LEP*

Показатель	Заводская линия					
	Дуплета 825		Моряка 12054		Пирата 6626	
Генотип	*AA*(n=17)	*AB*(n=33)	*AA*(n=20)	*AB*(n=30)	*AA*(n=10)	*AB*(n=40)
Масса туши, кг	294,44±11,43	284,13±12,77	286,77±13,63	276,35±10,15	283,08±13,74*	273,13±11,09*
в т.ч: мякоть, кг	200,81±14,14	192,36±14,25	191,28±14,34	185,71±14,36	189,66±14,20	182,45±14,17
%	68,2±3,14	67,7±3,23	66,7±3,20	67,2±3,47	67,0±3,36	66,8±3,89
Жир, кг	22,08±3,24*	21,59±3,28*	21,79±3,78	21,56±3,80	22,36±3,41*	22,12±3,92*
%	7,5±0,35	7,6±0,32	7,6±0,48	7,8±0,69	7,9±0,78	8,1±0,90
Кости, кг	45,93±5,56*	47,17±5,78*	48,46±5,80	49,19±5,76	49,82±5,91	49,98±5,73
%	15,6±3,12	16,6±3,20	16,9±3,45	17,8±3,36	17,6±3,47	18,3±3,85
Сухожилия и хрящи, кг	11,8±1,12	11,7±1,45	12,1±1,35*	11,7±1,36*	12,0±1,27	12,1±1,28
%	4,01±0,20	4,13±0,24	4,22±0,26	4,25±0,28	4,23±0,29	4,44±0,28
Коэффициент мясности	3,86±0,04	3,63±0,05	3,52±0,06	3,40±0,07	3,43±0,08	3,29±0,13

*P<0,05

В процессе исследования была установленаразница в процентном содержании жира между генотипами GH^{LL} и GH^{VV} оказалась статистически значимой (P<0,05) и составила 0,13% и доказано, что между генотипом GH^{VV} и жиром в длиннейшей мышце спины у бычков калмыцкой породы имеется определенная взаимосвязь.

Также было обнаружено, что у бычков линии Пирата 6626 содержание внутримышечного жира выше, чем у других животных. Это может быть связано с особенностями селекции данной линии.

Анализ других параметров туш исследуемых пород животных показывает тенденцию к снижению влаги и увеличению содержания сухих веществ в последовательности $GH^{LL} \rightarrow GH^{LV} \rightarrow GH^{VV}$. У бычков линии Дуплета 825 зафиксировано увеличение содержания белка и жира.

Анализ химического состава самой протяженной спинной мышцы у молодых быков с различными вариантами гена DGAT1 не выявил существенных различий.

Эти данные могут иметь важные последствия для понимания метаболических процессов у различных животных. Разница между генотипами $TG5^{TT}$ и $TG5^{CC}$ составила 0,08% и 0,13% соответственно. Связь между генотипом TG5 и уровнем внутримышечного жира может объяснять, почему одни особи имеют более высокую предрасположенность к накоплению жировых отложений, что, в свою очередь, влияет на качество мяса и его питательную ценность.

У животных с генотипом $TG5^{TT}$ отмечена тенденция к снижению содержания влаги и увеличению доли сухих веществ в организме, что может указывать на определённые адаптивные механизмы, связанные с их кормлением и условиями содержания. Эти изменения могут играть ключевую роль в устойчивости к стрессовым факторам, что делает их интересным объектом для дальнейших исследований.

Понимание генетических основ, связанных с метаболизмом жиров, открывает новые горизонты для селекционных программ, направленных на

улучшение продуктивности сельскохозяйственных животных. Использование маркеров, таких как вариации гена *TG5*, может значительно ускорить процесс селекции и повысить эффективность разведения.

Важность генетики в селекции скота становится все более очевидной, особенно когда речь идет о мясных качествах. Экспериментальные исследования показывают, что различные аллели генов *GH, LEP, TG5* и *DGAT1* влияют на скорость роста, жировую индукцию и общие параметры мясности бычков калмыцкой породы. Эти молекулы, отвечающие за метаболизм, регуляцию аппетита и накопление жира, могут служить биомаркерами для улучшения селекционных программ.

Анализ данных о генетических вариациях помогает селекционерам выбирать наиболее оптимальные комбинации признаков. Например, генотип LEP^{AB} может коррелировать с высокой эффективностью откорма и качественными характеристиками мяса. Подобный подход позволяет значительно повысить продуктивность животноводства и качество конечного продукта.

Современные методы молекулярной генетики уже активно внедряются в практику, позволяя проводить генотипирование на ранних стадиях жизни бычков. Это открывает новые горизонты для развития специализированных линий, способных максимально эффективно использовать корма и выйти на рынок с продукцией высокого качества, что, безусловно, важно для конкурентоспособности.

Также стоит отметить, что гены, отвечающие за гормон роста (*GH*), играют ключевую роль в процессе откорма, увеличивая скорость роста и общую эффективность использования корма. Взаимодействие генов, таких как *LEP* и *TG5*, усиливает этот процесс, позволяя животным лучше накапливать питательные вещества. Поэтому изучение полиморфизма этих генов является важной задачей для разведения высокопродуктивных линий.

Таким образом, дальнейшие исследования в этой области могут привести к созданию новых генетических моделей, которые помогут

производителям достигать высокой продуктивности, минимизируя затраты на корма и улучшая качество конечного продукта. Перспективы использования молекулярной генетики в животноводстве открывают новые горизонты для устойчивого развития этой отрасли, а дальнейшие исследования в этой области могут привести к значительным улучшениям в продуктивности скота, а также в качестве мяса, что является ключевым фактором для удовлетворения потребительского спроса и повышения экономической устойчивости мясного производства.

В таблицах 19–22 приведены сведения о химическом составе длиннейшей мышцы спины бычков различных генотипов.

Таблица 19 – Химический состав длиннейшей мышцы спины бычков различных генотипов по гену GH

Показатель	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
Генотип	*LL* (n=24)	*LV* (n=22)	*VV* (n=6)	*LL* (n=26)	*LV* (n=20)	*VV* (n=4)	*LL* (n=18)	*LV* (n=22)	*VV* (n=10)
Общая влага, %	74,24±5,03	73,16±5,42	72,50±5,47	73,23±5,33	72,05±5,35	72,13±5,46	72,13±5,50	70,90±5,34	70,54±5,37
Сухое вещество, %	25,76±4,41	26,84±4,25	27,50±4,30	26,77±4,45	27,95±4,56	27,87±4,71	27,87±4,35	29,10±4,87	29,46±4,46
в том числе, белок	20,71±3,18	21,71±3,20	22,13±3,23	21,36±3,45	22,56±3,35	23,45±3,56	22,36±3,47	23,47±3,58	23,67±3,48
жир	4,09±0,16*	4,12±0,21	4,26±0,22	4,20±0,23*	4,36±0,35	4,44±0,15	4,31±0,21*	4,42±0,30	4,56±0,23
зола	0,96±0,04	1,01±0,05	1,11±0,06	1,21±0,07	1,03±0,08	1,15±0,09	1,20±0,12	1,21±0,13	1,23±0,21
Фосфор, г/кг	1,16±0,04	1,21±0,12	1,23±0,10	1,25±0,08	1,16±0,12	1,20±0,20	1,23±0,17	1,12±0,18	1,27±0,23

*P<0,05

Таблица 20 – Химический состав длиннейшей мышцы спины бычков различных генотипов по гену *DGAT1*

Показатель	Заводская линия					
	Дуплета 825		Моряка 12054		Пирата 6626	
Генотип	*KK*(n=38)	*KA*(n=12)	*KK*(n=40)	*KA*(n=10)	*KK*(n=39)	*KA*(n=11)
Общая влага, %	72,17±2,44	71,86±2,26	71,61±3,04	71,78±2,38	71,61±3,04	71,77±2,44
Сухое вещество, %	27,83±1,44*	28,14±1,24	28,39±1,18*	28,22±1,17	28,14±1,24*	28,23±1,44
в том числе, белок	21,66±1,12	22,03±1,16	22,04±1,03	21,96±1,14	22,03±1,16	22,04±1,03
жир	5,21±0,25	5,14±0,14	5,38±0,18	5,31±0,17	5,14±0,14	5,38±0,18
зола	0,96±0,02	0,97±0,03	0,97±0,02	0,95±0,02	0,97±0,03	0,97±0,02
Фосфор, г/кг	1,14±0,04	1,15±0,02	1,19±0,02	1,20±0,03	1,15±0,02	1,19±0,02

*P<0,05

Таблица 21 – Химический состав длиннейшей мышцы спины бычков различных генотипов по гену *TG5*

Показатель	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
Генотип	*CC*(n=25)	*CT*(n=20)	*TT*(n=5)	*CC*(n=26)	*CT*(n=19)	*TT*(n=5)	*CC*(n=20)	*CT*(n=23)	*TT*(n=7)
Общая влага, %	72,34±1,02	71,11±0,86	71,15±1,07	72,73±0,94	72,26±1,02	72,22±0,86	71,97±1,07	71,65±0,94	72,01±1,02
Сухое вещество, %	27,66±1,07	28,89±0,93	28,85±0,27	27,27±0,39	27,74±0,42	20,78±0,30	28,03±0,93	28,35±0,27	27,99±0,39
в том числе, белок	20,89±1,07	21,89±0,93	21,44±0,27	20,44±0,39	20,86±0,42	20,35±0,30	21,26±0,93	21,61±0,27	20,53±0,39
жир	5,82±0,18*	6,06±0,25	6,42±0,22	5,88±0,40*	5,92±0,41	6,51±0,24	5,85±0,40*	5,81±0,41	6,52±0,22
зола	0,95±0,04	0,94±0,03	0,99±0,03	0,95±0,03	0,96±0,03	0,92±0,02	0,92±0,03	0,93±0,03	0,94±0,03
Фосфор, г/кг	1,18±0,03	1,23±0,03	1,17±0,02	1,16±0,03	1,14±0,02	1,17±0,03	1,22±0,03	1,16±0,02	1,17±0,03

*P<0,05

Таблица 22 – Химический состав длиннейшей мышцы спины бычков различных генотипов по гену *LEP*

Показатель	Заводская линия					
	Дуплета 825		Моряка 12054		Пирата 6626	
Генотип	*AA*(n=17)	*AB*(n=33)	*AA*(n=20)	*AB*(n=30)	*AA*(n=10)	*AB*(n=40)
Общая влага, %	72,32±0,81	71,73±1,05	71,08±0,97	72,70±1,12	72,25±0,99	72,10±1,14
Сухое вещество, %	27,68±0,49	28,27±0,61	28,92±0,55	27,30±0,45	27,75±0,71	27,90±0,89
в том числе, белок	20,94±1,07	21,29±0,93	21,47±0,27	20,49±0,39	20,87±0,42	20,38±0,30
жир	5,78±0,18*	6,01±0,25	6,47±0,22	5,84±0,40*	5,91±0,41	6,56±0,24*
зола	0,96±0,04	0,97±0,03	0,98±0,03	0,97±0,03	0,97±0,03	0,96±0,02
Фосфор, г/кг	1,17±0,03	1,24±0,03	1,18±0,02	1,15±0,03	1,15±0,02	1,15±0,03

*P<0,05

В ходе проведенного исследования не были обнаружены особи с генотипами DGAT1 гомозиготным аллелем *A* и ген лептина с гомозиготным аллелем *B*. С целью более глубокого изучения факторов, влияющих на мясную продуктивность, принято решение о расширении выборки животных и проведении дополнительных исследований.

В процессе увеличения выборки были включены животные со всеми вариантами генотипов с целью выявления более широкой картины генетических влияний на мясную продуктивность. Анализ генетических вариаций в сочетании с фенотипическими данными позволил исследовать не только уровни внутримышечного жира, но и другие важные характеристики, такие как показатели роста и развития.

Среди изучаемых генов также были исследованы вариации в генах, отвечающих за обмен веществ и развитие мышечной ткани. Были установлены дополнительные корреляции между определёнными SNP и показателями роста, такими как среднесуточный привес и выход мяса. Это открытие могло бы помочь при выборе идеальных генотипов для племенного улучшения.

После завершения исследований было проведено сравнение качества туш и мяса. В частности, оценивались такие параметры, как мраморность, текстура и сочность. Результаты показали, что животные с высокими значениями внутри мышечного жира имели более высокие оценки по этим критериям, что подтверждает значимость генетического фона в формировании качества конечного продукта.

Такая комплексная работа открывает новые горизонты для селекционной работы, позволяя оптимизировать методы разведения и предсказать продуктивность на основании генетических данных. Применение таких подходов может значительно увеличить эффективность мясного производства и повысить качество говядины на рынке.

3.3 Полиморфизм гена гормона роста (*GH*) и его влияние на формирование фенотипических показателейкрупного рогатого скота в процессе их роста и развития

3.3.1 Полиморфизм гена гормона роста (*GH*) и его влияние на формирование мясных качеств у бычков различных заводских линий калмыцкого скота

3.3.1.1 Генотипирование бычков различных заводских линий по генугормона роста

Гормон роста, или соматотропин, вырабатывается в передней доле гипофиза и отвечает за регуляцию роста и метаболизма в организме животных. В крупном рогатом скоте он способствует увеличению массы тела, улучшая как жировые, так и мышечные показатели. Благодаря его воздействию на клеточные процессы, животные способны более эффективно усваивать питательные вещества из корма, что в свою очередь способствует оптимизации продуктивности.

Одним из ключевых показателей, определяющих качество мяса, является вес животного в живом весе, а также его динамика в процессе роста и развития.

В таблице 23 показаны итоги изучения вариаций гена гормона роста у бычков, принадлежащих к заводским линиям калмыцкого скота.

Таблица 23 – Генотипирование бычков по гену гормона роста

Заводская линия	Количество животных	Генотипы						Частоты аллелей	
Ген гормона роста		*LL*		*LV*		*VV*		*L*	*V*
		гол	%	гол	%	гол	%		
Дуплета 825	120	57	47,5	48	40	15	12,5	0,72	0,28
Моряка 12054	120	58	48,3	52	43,3	10	8,4	0,74	0,26
Пирата 6626	120	43	35,8	53	44,1	24	20,1	0,57	0,43

Как и ожидалось, генотипы гормона роста у животных различных заводских линий калмыцкого скота, которые были исследованы, демонстрируют схожие характеристики.

Из таблицы 23 следует, что у бычков всех линий наибольшее распространение имеет гомозиготный генотип GH^{LL}.

Тем не менее, между различными линиями наблюдаются некоторые отличия. В таблице видно, что у бычков линии Пирата 6626 наблюдается незначительное преобладание гетерозиготного генотипа GH^{LV} (44,1%) по сравнению с гомозиготным генотипом GH^{LL} (43,8%), что составляет 0,3%. В то же время у молодняка линии Дуплета 825 генотип GH^{LL} (47,5%) был более распространён, чем GH^{LV} на 7,5%. У бычков линии Моряка 12054 разница между указанными генотипами составила 5%.

Доля животных с генотипом GH^{VV} в популяциях всех линий не имеет значительных отличий. Однако данный генотип был более распространён среди бычков линии Пирата 6626.

Частота аллеля у бычков линии Пирата 6626 составила 0,43, тогда как у бычков линии Дуплета 825 она равнялась 0,28. Исследование показало, что ген, который контролирует синтез гормона роста, не связан с линиями животных.

В популяциях животных, обитающих в Татарстане, как и в наших исследованиях, частота аллеля *GHL* составляет 0,61 и 0,85 соответственно.

Среди герефордов наблюдается значительное количество гетерозиготных генотипов — 44,4%. Однако в исследовании,проведенном В. А. Солошенко, Г. М. Гончаренко, Н. Б. Гришина в 2011 году, герефордского скота, который разводят в Сибири, зафиксировано небольшое количество таких генотипов — от 10% до 34%.

В таблице 24 можно увидеть результаты анализа фактической и ожидаемой гетерозиготности по гену гормона роста.Чтобы оценить генетическую изменчивость популяции, нужно обратить внимание на количество гетерозигот.

Таблица 24 – Фактическая и ожидаемая гетерозиготность по гену GH

Линия	Но	Не	F	χ2
Дуплета 825	0,471	0,470	0,001	0,051
Моряка 12054	0,365	0,420	-0,055	0,312
Пирата 6626	0,670	0,450	0,220	0,720

Данные, представленные в таблице 24, демонстрируют, что в популяциях быков, принадлежащих к различным заводским линиям, ожидаемая гетерозиготность по гену гормона роста в исследуемых локусах немного превышает наблюдаемую: на 0,001, 0,055 и 0,220 соответственно.

Значения критерия Пирсона незначительны. Количество эффективных аллелей примерно одинаково и находится в пределах статистической погрешности.

Данные результаты подчеркивают значимость полиморфизма гена роста в генетике организмов и его потенциальное влияние на фенотипические характеристики. Генотип GH^{LL}, обладая доминирующими признаками, может оказывать существенное влияние на скорость роста и развитие особей, что, в свою очередь, имеет важное значение для селекционного процесса в сельском хозяйстве. Учитывая текущее состояние популяционного равновесия, можно сделать выводы о том, что эти аллели сохраняют свою стабильность в конкретных условиях среды обитания.

Также стоит отметить, что полиморфизм гена роста может служить маркером для других генетических исследований. Изучение взаимосвязи между различными генотипами и адаптивными свойствами может привести к улучшению методов отбора и разведения, что является актуальным в контексте изменения внешних условий и повышения требований к продуктивности. Кроме того, исследования в этой области открывают новые горизонты для понимания молекулярных механизмов, влияющих на физиологические процессы.

Таким образом, дальнейшие исследования полиморфизма гена гормона роста имеют потенциал для улучшения сельскохозяйственного производства.

3.3.1.2 Влияние гена гормона роста (*GH)* на формирование мясных качеств у бычков в процессе их роста и развития

В ходе исследования были сформированы экспериментальные группы бычков, различающиеся по генетическому типу, что позволило провести детальный анализ влияния генов, отвечающих за синтез гормона роста, на мясную продуктивность. За период наблюдений фиксировались изменения веса, что дало возможность проследить динамику роста и накопления мышечной массы у каждой группы.

Результаты показали, что бычки с определёнными генотипами, обладающими более активным геном гормона роста, демонстрировали значительно более высокие показатели веса по сравнению с другими группами. Это открытие подтверждает значимость генетических факторов в селекции скота для мясного производства.

Кроме того, анализ показал, что молекулярные маркеры, связанные с активностью гормона роста, могут служить инструментом для прогнозирования потенциала мясной продуктивности. В будущем это позволит оптимизировать программы разведения, что приведет к увеличению эффективности производства мяса.

Таким образом, результаты данного исследования подчеркивают необходимость дальнейших исследований в области генетики животных и их потенциального применения в аграрном секторе.

В таблице 25 содержатся сведения о варьировании массы тела бычков различных генетических линий, касающихся гена гормона роста на разных этапах их развития. Эти сведения указывают на то, что показатели живой массы бычков из разных линий соответствуют установленным нормам для данной породы.

Таблица 25 – Живая масса бычков в зависимости от периода выращивания, кг

Возраст, мес	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
	LL (*n=57*)	*LV* (*n=48*)	*VV* (*n=15*)	*LL* (*n=58*)	*LV* (*n=52*)	*VV* (*n=10*)	*LL* (*n=43*)	*LV* (*n=53*)	*VV* (*n=24*)
При рождении	26,7± 0,60*	26,6± 0,71*	26,3± 0,66*	25,3± 0,84	25,2± 0,83	25,0± 0,71	23,4± 0,72	23,5± 0,56	23,1± 0,47
8	229,6± 4,36	227± 4,56	226± 4,78	224± 4,49*	222± 4,25	220± 4,56*	223± 4,70**	221± 4,47**	220± 4,82**
12	329,71± 6,22	325± 8,47	320± 8,68	324± 8,26	321± 8,90	318± 8,84	319± 8,09	314± 8,74	310± 8,83
16	415,7± 8,99	412± 10,47	408± 10,11	412± 10,47**	410± 10,53**	408± 10,69	412± 10,14	409± 11,88	406± 12,35
20	489,0±12,89	486,0±10,36	485,3± 9,36	472,0±13,22	475,3±10,36	470,2± 9,47	479,3± 8,34	475,2±13,25	473,1±11,12

*P<0,05 **P<0,01

Из таблицы 25 следует, что до достижения восьмимесячного возраста живая масса бычков линии Дуплета 825 с генотипом GH^{LL} достоверно (P < 0,05) превосходила массу бычков с генотипом GH^{VV} на 0,12%.

Особи из линии Моряка 12054, обладающие генотипом GH^{LL}, демонстрировали статистически значимое увеличение массы тела по сравнению с особями с генотипом GH^{VV} в период с 16 до 20 месяцев — на 0,17%.

В зарубежных научных трудах Pal A.,2004, Curi R.A., 2006, которые исследуют этот SNP (однонуклеотидный полиморфизм гена GH), было обнаружено, что определённый генотип влияет на вес животных. Например, некоторые исследователи заметили, что животные с генотипом GH^{LL} имеют больший вес, чем животные с генотипом GH^{LV}.

В нашем эксперименте бычки всех линий с генотипом GH^{LL} показывали наивысшие показатели живой массы на протяжении всех возрастных периодов. Животные с генотипом GH^{LV} занимали второе место, в то время как бычки с генотипом GH^{VV} оказывались на последнем.

Результаты наших опытов согласуется с выводами, полученными другими исследователями. Крамаренко А. С., Гиль М. И. с другими (2015),

Шарипов А. А., Шакиров Ш. К. (2015), Katoh K., Kouno S., Okazaki A. и другие (2008), а также Chrenek P. и их коллегами (1998), о том что бычки с генотипом GH^{LL} имеют более высокую живую массу.

Важнейшую роль в оценивании роста и развития молодняка, особенно тех особей, которые предназначены для производства мяса играет анализ абсолютных и среднесуточных приростов живой массы. Эти показатели являются основными для определения темпов прироста живой массы у животных в установленные промежутки времени, что дает возможность сделать выводы о сбалансированности их развития.

При анализе динамики прироста живой массы у телят было выявлено достоверное увеличение этого показателя у представителей всех линий GH^{LL} по сравнению с бычками линии GH^{VV}. Разница составила 0,42% в период от рождения до восьми месяцев.

Установлено положительное влияние гена *GH* на показатель среднесуточного прироста живой массы у бычков всех заводских линий.

Во время опыта наблюдалась тенденция к снижению прироста массы тела у животных:$GH^{LL} \rightarrow GH^{LV} \rightarrow GH^{VV}$.

Под конец эксперимента скорость роста снижалась, что является физиологической нормой, так как с возрастом отмечается замедление скорости роста организма. У бычков линии Пирата 6626 с генотипом GH^{LL} до 8 месяцев показатель составлял 148,02%, а затем в последние четыре месяца выращивания снизился до 17,86%. У бычков с генотипом GH^{LV} показатель снизился с 142,15% до 18,26%, а у бычков с генотипом GH^{VV} — с 140,73% до 18,13%.

У бычков линии Дуплета 825 с аналогичными генотипами показатели также снизились: с 143,19% до 19,12% у генотипа GH^{LL}, с 142,77% до 19,36% у генотипа GH^{LV} и с 142,79% до 17,47% у генотипа GH^{VV}.

В начале жизни у исследуемых животных была заметна закономерность: чем более разнообразный генотип, тем медленнее они

росли. Но к концу периода выращивания, в последние четыре месяца, мы увидели, что гетерозиготные животные стали расти активнее.

Значения абсолютного прироста массы тела по возрастным периодам можно изучить в таблице 26.

Таблица 26 – Значения абсолютного прироста массы тела по возрастным периодам, кг

Период выращивания	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
	LL (*n=57*)	*LV* (*n=48*)	*VV* (*n=15*)	*LL* (*n=58*)	*LV* (*n=52*)	*VV* (*n=10*)	*LL* (*n=43*)	*LV* (*n=53*)	*VV* (*n=24*)
0-8	202,9± 12,12*	200,4± 12,45	199,7± 12,78*	198,7± 12,60	196,8± 12,35	195± 12,78	199,6± 12,78	197,5± 12,36	196,9± 12,60
8-12	100,11± 6,32	98± 6,12	94± 6,32	100± 6,45*	99± 6,56*	95± 6,12	96± 6,80	93± 6,67	90± 6,35
12-16	85,99± 5,44*	87± 5,20	88± 5,14	88± 5,36*	89± 5,67	87± 5,45	93± 5,25*	95± 5,79	94± 5,19
16-20	77,3± 3,67	74± 3,22	73,3± 3,43	65± 3,19	65,3± 3,72	60,2± 3,73	69,3± 3,16	66,2± 3,50*	64,1± 3,76*

*P<0,05

Проведя анализ данных из таблицы 26, можно сказать, что рассматриваемый вариант гена гормона роста оказывает воздействие на абсолютный и средний суточный прирост живой массы у бычков всех линий в ключевые периоды их развития.

Статистически значимые отличия (P <0,05) наблюдаются в показателях прироста между бычками линии Дуплета 825 с генотипами GH^{LL} и GH^{VV}. В общей сложности разница составила 1,12% на протяжении всего периода выращивания и 2,03% в послеотъемный период.

Среднесуточные привесы — это ключевые индикаторы, которые позволяют оценить, как растут и развиваются животные, а также насколько эффективно они набирают вес.

В таблице 27 можно увидеть, как меняются среднесуточные привесы у бычков разных линий в зависимости от стадии выращивания.

Таблица 27 – Зависимость среднесуточного прироста массы телаот периода выращивания, г

Период	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
	LL (*n=57*)	*LV* (*n=48*)	*VV* (*n=15*)	*LL* (*n=58*)	*LV* (*n=52*)	*VV* (*n=10*)	*LL* (*n=43*)	*LV* (*n=53*)	*VV* (*n=24*)
0-20	772,16 ±10,45	768,88 ±14,43	767,12 ±10,34	760,31 ±9,87*	757,71 ±9,03*	754,32 ±10,45**	758,11 ±9,85	754,29 ±9,35	752,65 ±12,45
8-20	717,21 ±14,42	716,31 ±11,32	714,42 ±13,08	696,17 ±9,31*	694,33 ±8,09*	691,50 ±11,14**	698,12 ±12,08	696,44 ±10,12	694,03 ±10,25
12-20	649,25 ±15,55	647,56 ±14,79	645,55 ±12,25	627,14 ±9,46*	623,85 ±8,98*	626,16 ±10,25**	642,67 ±10,57	639,45 ±11,28	636,43 ±10,42

*P<0,05 **P<0,01

Информация, приведенная в таблице 27, показывает, что суточные колебания массы тела животных на разных стадиях их развития изменяются аналогично показателям абсолютного прироста.

У бычков линии Дуплета 825 двух разных генотипов: GH^{VV}и GH^{LL} за весь период содержанияобнаружено достоверное различие (P<0,05 и P<0,01) между среднесуточными приростами. У последних среднесуточные приросты были на 1,13% выше, а в послеотъёмный период — на 2,14% больше.

С течением времени у животных происходит закономерное уменьшение как абсолютных, так и средних суточных приростов.

Относительная скорость роста (ОРГ) является ключевым индикатором, который помогает определить не только темпы развития, но и эффективность использования кормов, что особенно важно в животноводстве. Высокое значение ОРГ свидетельствует о благоприятных условиях для роста и развития животных, что может положительно сказаться на экономических показателях производства. Важно отметить, что ОРГ зависит от множества факторов, таких как генетические особенности, состав корма, условия содержания и ветеринарное обслуживание.

Кроме того, мониторинг относительной скорости роста позволяет выявлять отклонения от нормы на ранних стадиях, что дает возможность

своевременно предпринимать меры по коррекции рациона или условий содержания. Это является важным аспектом в селекции и разведения животных, поскольку помогает выделять особей с лучшей конституцией и устойчивостью к заболеваниям.

Таблица 28 – Зависимость относительной скорости роста бычков от технологических периодов, %

Возрастной период	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
	LL (n=57)	*LV (n=48)*	*VV (n=15)*	*LL (n=58)*	*LV (n=52)*	*VV (n=10)*	*LL (n=43)*	*LV (n=53)*	*VV (n=24)*
0-20	178,5± 12,1	178,6± 10,8	177,3± 13,0	178,8± 15,0	178,2± 13,2	178,6± 10,7	178,8± 15,0	178,2± 13,2	178,6± 10,7
8-12	79,47± 5,07	78,97± 4,68	77,99± 5,12	78,40± 5,91	79,52± 6,04	77,59± 5,27	78,97± 4,68	77,99± 5,12	77,59± 5,27
12-20	45,38± 3,48	45,14± 4,44	44,90± 4,53	45,24± 5,08	46,57± 3,12	44,49± 4,05	45,24± 5,08	45,14± 4,44	44,90± 4,53

Как следует из таблицы 28, с течением времени темпы роста снижаются. Это характерно для всех живых существ. Различия в скорости роста между особями с разными генетическими характеристиками невелики.

В научных трудах как отечественных, так и зарубежных авторов можно найти информацию о том, как ген гормона роста влияет на увеличение массы тела у крупного рогатого скота. Наши результаты согласуются с данными исследованиями, проведёнными ведущими российскими учёными.

В результате исследования выяснилось, что особи с генотипом GH^{LL} отличаются более внушительными размерами и демонстрируют более высокие показатели абсолютного и среднесуточного прироста массы тела.

3.3.1.3 Влияние гена гормона роста (GH) на экстерьерную оценку бычков различных заводских линий

Ещё один важный аспект, который помогает оценить рост и развитие молодняка, — это измерения частей тела. Они дают возможность определить тип телосложения и уровень развития мясных форм у животных.

В таблицах 29 и 30 собраны результаты измерений и индексы телосложения бычков с различными генотипами по гену гормона роста.

Из анализа таблицы 29 следует, что бычки с генотипом GH^{LL} в возрасте 8 и 20 месяцев значительно превосходят по размерам своих сородичей с генотипами GH^{LV} и GH^{VV}. Эти результаты соответствуют данным о живой массе животных в разные возрастные периоды.

В общем, бычки с генотипом GH^{LL} показывают лучшие результаты в росте в возрасте 8 и 20 месяцев по сравнению с другими генотипами.

Анализ данных таблицы 30 показывает, что генотип GH^{LL} обеспечивает улучшенные мясные формы. Это свидетельствует о высокой конверсии корма в прирост массы, что является важным фактором для мясного производства. Бычки этой линии демонстрируют лучший среднесуточный прирост по сравнению с другими генотипами, что говорит о их потенциале в условиях интенсивного откорма.

С увеличением возраста и физической зрелости молодняка наблюдается не только рост размеров тела, но и улучшение мясных качеств, что является важным аспектом для животноводства. Эффективное кормление и оптимальные условия содержания способствуют формированию пропорционального телосложения, особенно в области груди, что играет ключевую роль в оценке мяса. Исследования показывают, что кости и мышцы в этой области развиваются быстро, создавая прочную основу для высокого качества мяса.

Таблица 29 – Экстерьерная оценка бычков различных заводских линий в зависимости от генотипа, см

Промеры статей тела	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
	LL (n=57)	*LV (n=48)*	*VV (n=15)*	*LL (n=58)*	*LV (n=52)*	*VV (n=10)*	*LL (n=43)*	*LV (n=53)*	*VV (n=24)*
8 месяцев									
Высота в крестце	112,20±2,68	111,9±2,71	109,50±3,12	109,50±3,12	107,96±2,22	106,50±0,68	108,50±1,73	107,96±2,22	106,50±0,68
Обхват груди за лопатками	151,92±0,78	149,60±1,08	145,40±1,44	149,60±1,08	146,00±1,71	144,52±1,18	146,00±1,71	144,52±1,18	141,40±1,38
Ширина груди за лопатками	34,40±0,87	33,00±1,29	32,60±0,93	32,40±0,92	31,80±0,90	30,90±1,33	32,60±0,93	32,40±0,92	31,80±0,90
Глубина груди	53,20±0,68	52,10±1,49	51,80±0,97	51,60±1,00	51,10±1,16	49,70±1,24	51,80±0,97	51,60±1,00	51,10±1,16
Косая длина туловища	123,1±1,52	121,7±1,97	118,9±0,86	119,00±1,96	118,06±1,35	116,4±1,28	121,7±1,97	118,9±0,86	116,4±1,28
Обхват пясти	18,10±0,07	18,00±0,05	17,83±0,06	18,00±0,17	17,90±0,03	17,68±0,04	18,00±0,17	17,90±0,03	17,83±0,06
Полуобхват зада	90,91±0,38	90,40±0,48	88,02±0,58	85,10±0,49	84,20±0,43	81,80±0,98	88,02±0,58	85,10±0,49	84,20±0,43
20 месяцев									
Высота в крестце	131,14±2,25 *	129,47±2,36	128,16±2,67 *	126,00±1,62	124,40±1,33	123,83±0,75	128,20±1,88	126,00±1,62	124,40±1,33
Обхват груди за лопатками	199,50±1,87	197,20±2,26	194,30±2,16	194,56±1,61	191,33±1,91	188,90±1,74	197,20±2,26	194,30±2,16	194,56±1,61
Ширина груди за лопатками	50,40±1,19	49,80±1,19	48,90±1,77	49,70±1,12	48,80±1,23	46,51±1,48	49,70±1,33	48,80±1,78	46,51±1,58
Глубина груди	76,00±1,01	74,50±0,82	73,60±1,36	74,20±1,02	72,91±0,84	70,20±1,60	73,60±1,36	74,20±1,02	72,91±0,84
Косая длина туловища	146,00±1,26	145,33±1,31	143,80±1,20	143,40±1,55	142,70±1,29	141,80±0,97	145,33±1,31	143,80±1,20	143,40±1,55
Обхват пясти	23,10±0,08	23,00±0,03	23,00±0,08	23,20±0,14	23,10±0,05	23,00±0,12	23,00±0,08	23,20±0,14	23,10±0,05
Полуобхват зада	128,00±0,50	127,10±0,43	126,00±0,55	122,00±0,57	120,10±0,65	118,60±0,71	127,10±0,43	126,00±0,55	122,00±0,57

* – P<0,05

Таблица 30 – Индексы телосложения, %

Индексы телосложения	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
	LL (n=57)	*LV (n=48)*	*VV (n=15)*	*LL (n=58)*	*LV (n=52)*	*VV (n=10)*	*LL (n=43)*	*LV (n=53)*	*VV (n=24)*
8 месяцев									
Грудной	62,79*	62,23	62,17	64,66*	63,34	62,90	64,66*	63,34	62,90
Сбитости	123,40	122,90	122,22	122,74	122,40	121,48	122,90	122,74	122,22
Костистости	16,60	16,60	16,60	16,60	16,28	16,10	16,60	16,33	16,10
Массивности	135,40	133,72	132,70	134,62 *	133,86*	132,76	134,62	133,86	132,76
Мясности	81,02	80,82	80,33	78,4	77,98	76,80	80,33	78,4	77,98
20 месяцев									
Грудной	67,20	66,84	66,44	66,98	66,93	66,25	66,98	66,93	66,25
Сбитости	136,37	136,18	136,04	136,64	135,70	135,14	136,64 *	135,70	135,14*
Костистости	18,60	18,50	18,40	17,94	17,90	17,92	18,40	17,94	17,90
Массивности	154,42	153,80	152,54	154,54 *	153,92	151,56*	154,54	153,92	151,56
Мясности	99,14*	98,90	98,22*	96,82	96,54	95,78	98,22	96,82	96,54

* – P<0,05

3.3.1.4 Влияние гена гормона роста (*GH*) на интерьерные показатели бычков различных заводских линий

Интерьерные показатели, включая гематологические, в некоторой степени отражают активность процессов, происходящих в организме животных.

Многие исследователи отмечают взаимосвязь между гематологическими показателями, интенсивностью роста, развития и продуктивностью животных.

В таблице 31 представлены основные характеристики морфологического состава крови.

Таблица 31 – Основные морфологические показатели крови бычков

Показатель	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
	LL (*n=57*)	*LV* (*n=48*)	*VV* (*n=15*)	*LL* (*n=58*)	*LV* (*n=52*)	*VV* (*n=10*)	*LL* (*n=43*)	*LV* (*n=53*)	*VV* (*n=24*)
8 месяцев									
Эритроциты, 10^{12}/л	7,21±0,08	7,38±0,14	7,18±0,34	7,21±0,08	7,38±0,14	7,18±0,47	7,21±0,45	7,38±0,17	7,18±0,36
Лейкоциты, 10^{9} /л	7,14±0,01	7,15±0,03*	7,22±0,31	7,14±0,91	7,15±0,63*	7,22±0,31	7,14±0,45	7,15±0,33*	7,22±0,31
Гемоглобин, г/л	120,03 ±1,35	120,13 ±2,67	119,06 ±1,84	120,03 ±1,35	120,13 ±2,67	119,06 ±1,84	120,03 ±1,35	120,13 ±2,67	119,06 ±1,84
20 месяцев									
Эритроциты, 10^{12}/л	5,88±0,76*	5,83±0,32	5,71±0,18*	5,88±0,76	5,83±0,32	5,71±0,18	5,88±0,76*	5,83±0,34	5,71±0,18*
Лейкоциты, 10^{9} /л	5,14±0,77	5,04±0,31	5,25±0,37	5,14±0,77*	5,04±0,22	5,25±0,47*	5,14±0,77	5,04±0,31	5,25±0,07
Гемоглобин, г/л	114,62 ±4,03	114,67 ±3,15	114,85 ±2,88	114,82 ±4,03	114,67 ±3,23	114,85 ±2,78	114,62 ±4,03	114,67 ±3,15	114,85 ±2,88

* – P<0,05

Между исследуемыми показателями не было выявлено существенных различий. Однако в восьмимесячном возрасте у бычков с генотипом GH^{LV}

было отмечено небольшое увеличение количества эритроцитов и гемоглобина, а у бычков с генотипом GH^{VV} — лейкоцитов.

Анализ полученных данных в таблице 31 позволяет сделать вывод о том, что они соответствуют физиологическим нормам.

В возрасте двадцати месяцев у бычков с генотипом GH^{LL} наблюдалось некоторое увеличение количества эритроцитов, а у бычков с генотипом GH^{VV} — лейкоцитов и гемоглобина.

В таблице 32 представлены данные о концентрации белка в сыворотке крови и его фракционном составе.

Таблица 32 – Белковые фракции сыворотки крови

Показатель	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
	LL (*n*=57)	*LV* (*n*=48)	*VV* (*n*=15)	*LL* (*n*=58)	*LV* (*n*=52)	*VV* (*n*=10)	*LL* (*n*=43)	*LV* (*n*=53)	*VV* (*n*=24)
8 месяцев									
Общий белок, г/л	68,29 ±1,28*	67,58 ±1,09	69,46 ±1,53*	67,56 ±1,19	66,88 ±1,12	65,99 ±1,52	69,46 ±1,53	67,56 ±1,19	66,88 ±1,12
альбумины	44,14 ±1,91	44,34 ±1,86*	43,63 ±1,22	44,04 ±1,94	44,05 ±1,11*	43,94 ±1,78	44,34 ±1,86	43,63 ±1,22*	44,04 ±1,94
α-глобулины	14,08 ±1,03	14,28 ±0,90	15,80 ±1,44	13,56 ±1,27	13,88 ±0,72	14,18 ±0,73	15,80 ±1,44	13,56 ±1,27	13,88 ±0,72
β-глобулины	14,58 ±0,92	14,48 ±0,88	14,61 ±0,96	14,68 ±0,72	14,98 ±0,78	15,54 ±1,31	14,48 ±0,88	14,61 ±0,96	14,68 ±0,72
γ-глобулины	27,20 ±1,68	27,90 ±1,67	26,96 ±2,26	26,10 ±1,61	27,20 ±1,62	26,95 ±0,99	27,90 ±1,67	26,96 ±2,26	26,10 ±1,61
Белковый коэффициент	0,79	0,78	0,76	0,80	0,79	0,78	0,80	0,79	0,78
20 месяцев									
Общий белок, г/л	76,58 ±1,87	75,67 ±2,09	76,26 ±2,98	77,26 ±2,74	76,18 ±1,90	76,22 ±2,54	77,26 ±2,74	76,26 ±2,98	75,67 ±2,09
альбумины	45,54 ±1,77*	45,34 ±1,11	44,63 ±1,96	45,58 ±1,11*	44,74 ±1,79	45,22 ±1,73	45,54 ±1,77*	45,34 ±1,11	44,63 ±1,96
α-глобулины	14,48 ±0,81	14,68 ±0,79	16,40 ±1,30	16,20 ±1,19	14,38 ±0,78	14,44 ±0,79	16,40 ±1,30	16,20 ±1,19	14,38 ±0,78
β-глобулины	14,18 ±0,88	13,88 ±0,79	15,21 ±1,21	13,98 ±0,79	14,28 ±0,85	15,21 ±1,21	15,21 ±1,21	14,28 ±0,85	13,98 ±0,79
γ-глобулины	25,80 ±1,05	26,10 ±0,82	25,76 ±0,95	26,60 ±1,13	26,00 ±0,83	25,56 ±1,12	26,60 ±1,13*	26,00 ±0,83	25,56 ±1,12*
Белковый коэффициент	0,84	0,81	0,79	0,78	0,83	0,83	0,81	0,79	0,78

* – P<0,05

Белки — это важные компоненты крови. Их количество может указывать на состояние здоровья животного и активность процессов окисления и восстановления.

Согласно данным таблицы 32, все показатели находятся в пределах физиологической нормы. Не было обнаружено существенных различий между группами, но особенности обнаружены.

У бычков с генотипом GH^{LV} этот показатель был выше — 12%. У бычков с генотипом GH^{VV} линии Дуплета 825 содержание белка в сыворотке крови увеличивалось на 8,9%, а у бычков с генотипом GH^{LL} содержание белка в сыворотке крови с возрастом увеличивалось в среднем на 10%. Это может быть связано с индивидуальными особенностями данного показателя.

Таким образом, не было выявлено существенных различий в показателях крови у бычков с различными генотипами. Это свидетельствует о том, что генетическая предрасположенность, связанная с гормоном роста, может не оказывать заметного влияния на состав крови и общие гематологические характеристики. Данная информация важна для понимания взаимодействия генетических факторов и состояния здоровья животных.

Исследования, проведенные в рамках данной темы, демонстрируют, что несмотря на различные генотипы, механизмы регуляции гематологических показателей у бычков могут быть более сложными и зависеть от других факторов, таких как кормление, условия содержания и стресс.

Дополнительно, отсутствие значимых различий может указывать на то, что в пределах изучаемых генотипов существует достаточно высокая степень адаптации к окружающей среде. Такой вывод может послужить основой для выбора эффективных методов разведения и управления скотом, направленных на оптимизацию здоровья и продуктивности.

3.3.2 Полиморфизм генароста (*GH*) и его влияние на формирование мясных качеств в тушах различных заводских линий

3.3.2.1 Влияние гена гормона роста (*GH*) на послеубойные показатели туш различных заводских линий

В научных кругах активно дискутируют о взаимосвязи между вариациями гена *GH* и характеристиками мясной продуктивности животных. Все туши, полученные от бычков с разными генетическими признаками, были классифицированы как высший сорт А по стандартам ГОСТ 33818-2016. Это свидетельствует о том, что туши обладали правильной формой, а также хорошо развитыми, широкими мышцами и округлыми, выпуклыми контурами.

Кроме того, результаты исследования показывают, что генетические факторы играют значительную роль в формировании мясных качеств и общей продуктивности бычков. Наличие определенных генов, таких как GH^{LL}, способствует улучшению не только размеров тела, но и качества мяса, что в свою очередь может оказать влияние на экономическую эффективность мясного производства.

Важно отметить, что в процессе оценки мясных качеств мы также учитывали такие параметры, как содержание жира и белка в мясе, а также морфологические характеристики мышечной ткани. Результаты убоя бычков различных генотипов по гену *GH* представлены в таблице 33.

Таблица 33 – Послеубойные показатели туш бычков исследуемых линий по гену гормона роста

Показатель	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
	LL (n=57)	*LV (n=48)*	*VV (n=15)*	*LL (n=58)*	*LV (n=52)*	*VV (n=10)*	*LL (n=43)*	*LV (n=53)*	*VV (n=24)*
Предубойная живая масса, кг	489,0±12,89	486,0±10,36	485,3±9,36	472,0±13,22	475,3±10,36	470,2±9,47	479,3±8,34	475,2±13,25	473,1±11,12
Масса парной туши, кг	286,55±5,37	278,47±6,18	277,10±5,49	276,12±5,23	276,14±7,45	269,42±8,36	269,36±7,36	266,58±4,24	261,62±9,89
Выход туши, %	58,6±1,12	57,3±0,89	57,1±1,24	58,5±1,10	58,1±1,68	57,3±1,74	56,2±1,98	56,1±2,13	55,3±2,44
Масса внутреннего жира-сырца, кг	16,82±2,34	11,27±2,88	11,49±2,27	11,07±3,39	11,12±4,67	11,45±3,04	9,91±1,31	10,63±2,07	11,06±2,60
Выход жира, %	3,44±0,11	4,05±0,18	4,15±0,14	4,01±0,19	4,03±0,32	4,25±0,21	3,68±0,33	3,99±0,45	4,23±0,30
Убойная масса, кг	304,65±18,75	297,43±17,76	296,3±16,74	279,89±15,01	283,27±14,69	275,53±13,14	288,05±15,15	283,21±16,99	275,81±14,35
Убойный выход, %	62,3±2,11	61,2±2,19	61,0±3,15	59,3±2,81	59,6±3,78	58,6±2,77	60,1±2,74	59,6±2,98	58,3±3,71
Толщина подкожногожира, см	1,93±0,08	1,87±0,11	1,77±0,11	1,90±0,10	1,85±0,09	1,75±0,12	1,90±0,10	1,85±0,09	1,75±0,12
Площадь мышечногоглазка, см^2	83,13±0,45	82,08±0,42	81,37±0,33 *	82,07±0,30	81,52±0,33	80,87±0,23 *	82,08±0,42	81,37±0,33 *	80,87±0,23 *

* – P<0,05

Основываясь на информации, представленной в таблице 33, можно заключить, что бычки, принадлежащие к заводским линиям калмыцкого скота и обладающие генотипом GH^{LL}, демонстрируют лучшие результаты по ряду параметров по сравнению с бычками, имеющими генотип GH^{VV}.

Бычки с генотипом GH^{LL} демонстрируют увеличенные показатели предубойной массы (на 1,13% и 0,77% соответственно), массы туши (на 3,11% и 2,34%), а также убойной массы (на 3,21% и 2,08%) и выхода при убое. Кроме того, они обладают большей площадью мышечного сечения — на 1,03% и 1,15% соответственно.

Таким образом, результаты нашего исследования подчеркивают важность генетической селекции в мясном скотоводстве. Выбор животных с предпочтительными генотипами, такими как GH^{LL}, может значительно повысить продуктивность и качество мясной продукции, что в свою очередь имеет важное значение для всей отрасли.

Результаты исследований демонстрируют, что размер глазка в мышцах связан с весом туши и служит значимым индикатором продуктивности животного в мясной сфере.

Анализ морфологического состава туши помогает определить качество мяса, оценивая количество мякоти, жира, костей и сухожилий. Кроме того, возможно вычислить коэффициент мясности, который демонстрирует уровень развития мясных тканей. Более высокий коэффициент свидетельствует о лучших мясных свойствах туши.

В таблице 34 представлен морфологический состав туш бычков разных генотипов.

Таблица 34 – Морфологический состав туш бычков калмыцкой породы в зависимости от генотипа по гену гормона роста

Показатель	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
Генотип	*LL (n=57)*	*LV (n=48)*	*VV (n=15)*	*LL (n=58)*	*LV (n=52)*	*VV (n=10)*	*LL (n=43)*	*LV (n=53)*	*VV (n=24)*
Масса туши, кг	286,55±5,37	278,47±6,18	277,10±5,49	276,12±5,23	276,14±7,45	269,42±8,36	269,36±7,36	266,58±4,24	261,62±9,89
в т.ч: мякоть, кг	203,45±13,11	195,76±13,44	193,97±13,98	191,35±14,25	190,81±14,78	185,90±14,89	186,40±13,33	183,94±14,02	179,99±13,07
%	71,0±3,12	70,3±3,25	70,0±3,00	69,3±3,36	69,1±3,45	69,0±3,48	69,2±3,89	69,0±3,99	68,8±4,18
Жир, кг	20,63±3,15	19,77±3,26	19,95±3,78	20,71±3,88	19,05±3,93	18,32±4,19	22,09±4,56	22,66±3,78	22,50±4,55
%	7,2±0,85	7,1±0,55	7,2±0,60	7,5±0,71***	6,9±0,80	6,8±0,99	8,2±1,15*	8,5±1,45	8,6±1,74
Кости, кг	49,84±5,21	48,18±5,56	49,60±5,61	50,53±5,89	51,09±5,79	50,92±5,49	51,72±6,36	51,98±6,26	51,54±7,10
%	17,4±3,98	17,3±3,42	17,9±3,78	18,3±3,03	18,5±3,59	18,9±3,69	19,2±3,74	19,5±3,39	19,7±3,97
Сухожилия и хрящи, кг	11,2±1,22	11,2±1,47	11,4±1,98***	11,3±1,30	11,5±1,18	11,2±1,08**	11,3±1,74	11,2±1,63	11,1±1,50
%	3,91±0,19	4,01±0,22	4,12±0,18	4,10±0,19	4,16±0,25	4,15±0,22	4,19±0,29	4,21±0,32*	4,25±0,25
Коэффициент мясности	4,12±0,05	3,63±0,07	3,51±0,06	3,43±0,05	3,35±0,09	3,29±0,11	3,31±0,05	3,27±0,09	3,23±0,14

*P<0,05 **P<0,01, ***P<0,001

В результате наших исследований мы подтвердили, что содержание мякоти в туше зависит от генотипа животного по гену *GH*. Это имеет большое значение для науки и практики.

В результате проведенного анализа таблицы 34 было установлено, что бычки с генотипом GH^{LL} демонстрируют наивысшие показатели коэффициента мясности. Это подтверждает, что животные имеют более оптимальное соотношение между мышечной и жировой тканью, что, в свою очередь, положительно сказывается на выходе мяса и его качестве.

Дополнительно стоит отметить, что у бычков с генотипами GHLV и GHVV наблюдаются определенные недостатки в развитии мышечной массы, что отражается на их мясных характеристиках. Эти данные подчеркивают важность селекции на основе генетических признаков, что позволяет не только улучшить показатели роста и развития, но и повысить общие качества конечной продукции.

Мы обнаружили значительные различия между тушами бычков линии Дуплет 825 с генотипами GH^{LL} и GH^{VV}, которые составили 2,79% и 3,29% соответственно. Правильный подход к селекции позволяет максимизировать генетический потенциал животных, а также улучшить общий обмен веществ.

Кроме того, стоит отметить, что генетическое разнообразие внутри линий может приводить к различиям в реакции животных на внешние условия. Так, особи с высоким уровнем мясности могут требовать специализированного кормления, чтобы раскрыть свои полные способности.

Исследования также показывают, что селекция на мясность должна сопровождаться мониторингом состояния животных. В результате, комплексный подход к селекции и управлению стадом способствует получению качественного мяса.

В тушах бычков линии Дуплета 825 этот показатель составил 73,50–72,80%. Если сравнивать с животными, имеющими генотип GH^{LL}, то у них содержание мякоти в тушах было выше на 0,7%, а у животных с генотипом GH^{VV} — на 1%.

Содержание жировой ткани в тушах бычков с различными генетическими особенностями было примерно одинаковым и варьировалось от 6,6 до 6,7% от общего веса туши у представителей линии Дуплета 825 и от 6,8 до 7% у животных линии Пирата 6626, а вот содержание костей в тушах увеличивалось в зависимости от генотипа животного по гену *GH:* $GH^{LL} \rightarrow GH^{LV} \rightarrow GH^{VV}$.

У представителей линии Дуплета 825 выход поясничной и тазобедренной частей туши составил 8,4–8,6% и 33,8–34,0% соответственно.

Кроме того, значительное развитие бедренной части также влияет на общую продуктивность животных. Увеличение объема задней конечности обеспечивает более высокую выходность мяса, что особенно важно для мясных пород. Индексы телосложения, такие как индекс массы и длины тела, служат показателями успешных селекционных программ, направленных на оптимизацию мясных качеств.

В тушах бычков линии Дуплета 825 масса тазобедренной части больше, чем в тушах, полученных от других заводских линий. Разница составляет 4,6–4,7 кг. В среднем масса тазобедренной части в тушах бычков линии Дуплета 825 составляет 43,6–40,4 кг.

Аналогичные изменения отмечаются и в распределении мякоти. Например, в тушах животных с генотипом GH^{LL} наблюдается большее содержание мякоти в плечелопаточной области по сравнению с генотипом GH^{VV}. Разница в показателях между этими генотипами такова:

- в плечелопаточной области — 0,21%;
- в спинноребeрной — 0,52%;
- в поясничной — 0,12%;
- в тазобедренной — 0,33%.

В ходе нашего исследования мы также провели корреляционный анализ между промерами статей тела и показателями мясной продуктивности. Результаты показали, что существуют положительные корреляции между величиной обхвата груди и живой массой, а также между

высотой в холке и мясными качествами. Это подтверждает необходимость регулярного мониторинга роста и развития молодняка, что позволит своевременно корректировать программы кормления и содержания животных для достижения наилучших результатов.

Кроме того, в ходе исследования была выявлена прямая корреляция между индексами телосложения и коэффициентом мясности, что позволяет более точно прогнозировать производительность молодняка на основе его морфологических параметров. Это открывает новые горизонты для оптимизации процессов разведения и откорма, а также для создания более эффективных программ селекции.

Таким образом, результаты нашего исследования подчеркивают важность учета генетических факторов при оценке мясной продуктивности, а также необходимость дальнейшего изучения влияния различных генотипов на морфологические и продуктивные характеристики животных. Это позволит улучшить качество мясного производства, обеспечить потребности рынка и повысить экономическую эффективность животноводства.

В заключение, использование комплексного подхода к оценке роста, развития и морфологического состава туши позволит значительно повысить эффективность мясного скотоводства и обеспечить высокое качество продукции для потребителей.

3.3.2.2 Влияние гена гормона роста (*GH*) на органолептические показатели мясной продукции

Пищевая ценность, вкус, кулинарные качества и степень усвояемости мяса, полученного из разных частей туши, сильно отличаются друг от друга и напрямую зависят от состава туши.

К основным характеристикам мяса, которые можно определить с помощью органов чувств, относятся цвет, вкус, аромат, мягкость и сочность. Мясной бульон обычно оценивают по его внешнему виду, запаху, вкусу и насыщенности.На восприятие мяса и мясного бульона могут влиять различные факторы.

В таблице 35 представлены результаты оценки мяса с помощью органов чувств.

В процессе нашего исследования нам не удалось установить связь между полиморфизмом гена и такими показателями мяса, как внешний вид, запах, вкус, текстура и уровень сочности.

Однако, несмотря на отсутствие явной связи между генотипом и органолептическими характеристиками мяса, важно отметить, что химический состав может оказывать влияние на общую питательную ценность и устойчивость мяса к различным методам кулинарной обработки.

В таблице 36 представлены результаты анализа химического состава длиннейшей мышцы спины у бычков с различными генотипами по гену *GH*.

Таблица 35 – Органолептическая оценка мяса и мясного бульона, (max 9 баллов)

Показатель	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
Генотип	*LL (n=57)*	*LV (n=48)*	*VV (n=15)*	*LL (n=58)*	*LV (n=52)*	*VV (n=10)*	*LL (n=43)*	*LV (n=53)*	*VV (n=24)*
Мясо									
Внешний вид	8,25±0,25	8,22±0,15	8,22±0,13	8,24±0,15	8,23±0,11	8,19±0,20	8,24±0,15	8,23±0,11	8,19±0,20
Запах	8,49±0,12	8,48±0,31	8,47±0,13	8,46±0,12	8,45±0,11	8,43±0,14	8,47±0,13	8,46±0,12	8,45±0,11
Вкус	8,54±0,13	8,53±0,21	8,51±0,22	8,53±0,21	8,51±0,11	8,50±0,22	8,53±0,21	8,51±0,22	8,50±0,22
Сочность	8,68±0,16	8,66±0,14	8,65±0,23	8,68±0,13	8,67±0,16	8,66±0,21	8,49±0,12	8,48±0,31	8,47±0,13
Общее качество	8,50±0,17*	8,49±0,22	8,49±0,15*	8,49±0,12*	8,48±0,31	8,47±0,13*	8,51±0,18*	8,50±0,14	8,50±0,21*
Мясной бульон									
Внешний вид	8,47±0,13	8,46±0,12	8,45±0,11	8,43±0,14	8,47±0,13	8,46±0,12	8,45±0,11	8,24±0,15	8,23±0,11
Запах (аромат)	8,68±0,13	8,67±0,16	8,66±0,21	8,49±0,12	8,48±0,31	8,47±0,13	8,43±0,14	8,47±0,13	8,46±0,12
Вкус	8,66±0,14	8,65±0,23	8,68±0,13	8,67±0,16	8,66±0,21	8,49±0,12	8,48±0,31	8,47±0,13	8,19±0,20
Наваристость	8,50±0,17	8,49±0,22	8,49±0,15	8,49±0,12	8,48±0,31	8,47±0,13	8,51±0,18	8,50±0,14	8,50±0,21
Общеекачество	8,68±0,16**	8,66±0,14	8,50±0,17**	8,49±0,22	8,49±0,15	8,49±0,12	8,48±0,31	8,47±0,13	8,51±0,18

*P<0,05 **P<0,01

Таблица 36 – Химический состав длиннейшей мышцы спиныбычков различных генотипов по гену GH

Показатель	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
Генотип	*LL (n=57)*	*LV (n=48)*	*VV (n=15)*	*LL (n=58)*	*LV (n=52)*	*VV (n=10)*	*LL (n=43)*	*LV (n=53)*	*VV (n=24)*
Общая влага, %	74,24±5,03	73,16±5,42	72,50±5,47	73,23±5,33	72,05±5,35	70,96±5,46	72,13±5,50	70,90±5,34	70,54±5,37
Сухое вещество, %	25,76±4,41	26,84±4,25	27,50±4,30	26,77±4,45	27,95±4,56	29,04±4,71	27,87±4,35	29,10±4,87	29,46±4,46
в том числе, белок	20,71±3,18	21,71±3,20	22,13±3,23	21,36±3,45	22,56±3,35	23,45±3,56	22,36±3,47	23,47±3,58	23,67±3,48
жир	4,09±0,16*	4,12±0,21	4,26±0,22*	4,20±0,23	4,36±0,35	4,44±0,15	4,31±0,21	4,42±0,30	4,56±0,23
зола	0,96±0,04	1,01±0,05	1,11±0,06	1,21±0,07	1,03±0,08	1,15±0,09	1,20±0,12	1,21±0,13	1,23±0,21
Фосфор, г/кг	1,16±0,04	1,21±0,12	1,23±0,10	1,25±0,08**	1,16±0,12	1,20±0,20**	1,23±0,17	1,12±0,18	1,27±0,23

*P<0,05 **P<0,01

Данные таблицы 36 показывают, что содержание белка и жира варьируется в зависимости от генотипа, что может объяснить различия в текстуре и сочности мяса, даже если они не были выявлены в ходе органолептических оценок. В среднем, качество исходного сырья было на высоком уровне, его оценка составляла от 8,49 до 8,51 балла. Общий уровень качества мясного бульона соответствовал норме — от 8,57 до 8,59 балла.

Один из ключевых показателей, определяющих качество мяса, — это его химический состав. Он зависит от множества факторов, как внутренних, так и внешних, которые воздействуют на организм животного в период его роста и развития.

Так, у бычков линии Дуплет 825 разница в содержании жира между генотипами GH^{LL} и GH^{VV} была статистически значимой ($P < 0,01$) и составила 0,69%. У бычков линии Моряк 12054 эта разница была менее выраженной, но также статистически значимой ($P < 0,05$) и составила 0,82%. При этом уровень содержания внутримышечного жира у бычков разных линий существенно не различался, положительно коррелируя с генотипом GH^{VV}.

Еще одним ключевым аспектом, который показывает качество мяса, является анализ химического состава образца фарша.

Жировая ткань играет важную роль в повышении питательной ценности и калорийности мяса, что делает его более мягким и сочным. Она также улучшает вкусовые качества продукта.

Наибольшее количество жира присутствует в образцах от животных всех исследуемых линий с генотипом GH^{VV}. Также было отмечено значительное увеличение содержания жира ($P<0,05$) в мясе бычков линии Дуплет 825 с генотипами GH^{LV} на 0,50% и GH^{LL} на 0,64%.

С возрастом животного и увеличением его упитанности обычно наблюдается рост относительного содержания полноценного белка в мясе. Данные о белково-качественном показателе и энергетической ценности мяса бычков разных генотипов представлены в таблице 37.

Таблица 37 – Белково-качественный показатель и энергетическая ценностьмяса бычков различных генотипов

Показатель	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
Генотип	*LL (n=57)*	*LV (n=48)*	*VV (n=15)*	*LL (n=58)*	*LV (n=52)*	*VV (n=10)*	*LL (n=43)*	*LV (n=53)*	*VV (n=24)*
Длиннейшая мышца спины									
Оксипоролин, мг/%	50,30±1,36	50,96±1,40	49,1±1,52	50,1±1,3	49,7±1,26	48,2±1,4	50,1±1,3	49,7±1,26	48,2±1,4
Триптофан, мг/%	381,9±28,92	376,2±16,56	361,4±24,08	373,0±24,70	363,7±27,26	354,1±28,12	376,2±16,56	361,4±24,08	354,1±28,12
Белково-качественный показатель	7,92±0,98	7,56±1,14	7,44±1,32	7,40±1,02	7,12±1,11	7,06±1,06	7,12±1,11	7,12±1,11	7,04±0,89
Энергетическая ценность, ККал	144,54±1,77	142,49±2,22	136,60±5,87	142,36±7,13	137,70±8,96	135,94±5,14	142,36±7,13	137,70±8,96	135,94±5,14
Общая проба мяса-фарша									
Энергетическая ценность, ККал	210,64±4,88	209,38±5,11	205,23±6,14	199,58±6,26	199,02±5,73	198,12±6,09	209,38±5,11	205,23±6,14	199,58±6,26

Результаты представленной в таблице 37 показывают, что среди бычков различных генотипов по гену гормона роста не наблюдается значительных различий.

В длиннейшей мышце спины бычков линии Дуплета 825 содержание триптофана самое высокое. Таким образом, с увеличением содержания триптофана в последовательности GH^{LL} повышается белково-качественный показатель.

Содержание триптофана в зависимости от генотипа уменьшается в следующем порядке: GH^{LL}, GH^{LV} и GH^{VV}.У всех линий содержание триптофана у животных, гомозиготных по первому аллелю, выше на 2,34%.

Похожим образом меняется этот показатель у общей пробы мясного фарша по генотипам GH^{LL}, GH^{LV} и GH^{VV}. Наивысшие значения отмечены у мяса бычков линии Дуплет 825, где энергетическая ценность варьируется от 205,23 до 210,64 ккал.

Следующий шаг в нашем исследовании заключается в более глубоком анализе полученных данных. Мы планируем провести корреляционный анализ между химическим составом и различными показателями качества мяса, включая его питательные свойства и потребительские предпочтения.

Также стоит отметить, что влияние других факторов, таких как условия содержания, кормление и возраст животных, может быть не менее значительным для формирования конечных качеств мяса. Мы намерены изучить эти аспекты в последующих экспериментах, чтобы получить более полное представление о взаимосвязи между генетическими характеристиками, условиями выращивания и качеством мяса.

Таким образом, хотя на данный момент связь между полиморфизмом гена *GH* и органолептическими показателями мяса достоверно не была установлена, дальнейшие исследования могут выявить более комплексную картину, учитывающую различные факторы, влияющие на мясную продуктивность и качество конечного продукта.

3.3.3 Полиморфизм гена гормона роста (GH) и его влияние на конверсию питательных веществ

Коэффициент биоконверсии является важным показателем для оценки эффективности животноводства. Он позволяет понять, насколько продуктивно животное использует корма для формирования мышечной массы.

Эффективность использования корма — ключевой фактор, определяющий успешность производства в животноводстве. Чем лучше усваиваются питательные вещества из корма и чем выше привесы у животных, тем больше продукции можно получить за те же затраты на корм.

В таблице 38 приведены коэффициенты конверсии протеина и энергии корма для бычков с разными генотипами по гену гормона роста.

Таблица 38 –Конверсия протеина и энергии корма, %

	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
Генотип	*LL (n=57)*	*LV (n=48)*	*VV (n=15)*	*LL (n=58)*	*LV (n=52)*	*VV (n=10)*	*LL (n=43)*	*LV (n=53)*	*VV (n=24)*
Конверсия протеина корма	9,31	9,20	9,00	9,00	8,90	8,70	9,00	8,90	8,70
Конверсия энергии корма	6,90	6,90	6,80	6,90	6,80	6,70	6,80	6,70	6,70

Данные, представленные в виде таблицы 38, демонстрируют, что у животных, принадлежащих к исследуемым линиям и имеющих генотип GH^{LL}, коэффициент преобразования протеина корма очень высок. В частности, у бычков линии Дуплета 825 этот показатель составил 9,31%. Это значение превосходит аналогичные показатели у молодняка с генотипами GH^{LV} и GH^{VV} на 0,11% и 0,31% соответственно.

Это преимущество в коэффициенте преобразования энергии корма может быть связано с более эффективными физиологическими процессами и метаболизмом у бычков с генотипом GH^{LL}. Более высокая продуктивность может также свидетельствовать о лучшей усвояемости питательных веществ,

что, в свою очередь, влияет на экономическую эффективность животноводства.

Кроме того, результаты наших исследований стоит включать в программы селекции, что позволит акцентировать внимание на улучшении показателей продуктивности. Оценка коэффициента преобразования кормов может служить важным инструментом для оптимизации рациона и управления кормлением. Познание генетических различий также поможет в повышении устойчивости животных к стрессовым факторам и улучшению их общего состояния здоровья.

Кроме генетики, на эффективность кормления влияют многие факторы: условия содержания, режим кормления и сбалансированность рациона. Следовательно, необходим комплексный подход к управлению стадом для достижения лучший результатов в производстве мясной продукции. Комбинируя знания о генотипах с передовыми технологиями кормления, можно значительно улучшить показатели животноводства.

3.4 Полиморфизм геналептина (*LEP*) и его влияние на формирование фенотипических показателейкрупного рогатого скота в процессе их роста и развития

3.4.1 Полиморфизм геналептина (*LEP*) и его влияние на формирование мясных качеств у бычков различных заводских линий калмыцкого скота

3.4.1.1 Генотипирование бычков различных заводских линий по гену лептина

Лептин является гормоном жировой ткани, который регулирует энергетический, нейроэндокринный и метаболический аспекты организма. Это оказывает влияние на формирование продуктивных характеристик крупного рогатого скота, так как он является важным регулятором в этом процессе.

В таблице 39 представлены результаты исследования полиморфизма гена *LEP* у бычков заводских линий калмыцкого скота.

Таблица 39 – Генотипирование бычков по гену лептина

Заводская линия	Количество животных	Генотипы						Частоты аллелей	
Ген лептина		*AA*		*AB*		*BB*		*A*	*B*
		гол	%	гол	%	гол	%		
Дуплета 825	120	36	30,00	61	50,83	23	19,17	0,55	0,45
Моряка 12054	120	63	52,50	45	37,50	12	10,00	0,72	0,28
Пирата 6626	120	45	37,50	55	42,50	20	20,00	0,59	0,41

Исходя из полученных результатов в таблице 39, преобладание генотипаLEP^{AA} в исследуемых заводских линиях калмыцкого скота подтверждается в представителей линии Моряка 12054.

Как следует из результатов, у бычков линии Дуплета 825 наблюдается значительное преобладание гетерозиготного генотипа LEP^{AB} (50,83%) над гомозиготным генотипом LEP^{AA} (30,00%) — разница составляет 20,83%. В то же время у молодняка линии Пирата 6626 наибольший показатель генотипа

LEP^{BB} (20,00%) среди всех исследуемых животных. У крупного рогатого скота линии Моряка 12054 разница между указанными генотипами составила 10,00%., а преобладание гомозиготного генотипа по варианту *BB* над представителями линииДуплета 825 было минимальным и составило 0,83%.

Наибольшая частота встречаемости аллеля *A* выявлена у линии Моряка 12054 (0,72), у бычков линии Дуплета 825 она составила 0,55, а у животных линии Пирата 6626 – 0,59.

По количеству гетерозигот можно определить генетическую изменчивость популяции. В таблице 40 представлены результаты оценки наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготности по гену лептина.

Таблица 40 – Гетерозиготность по гену лептина*(LEP)*

Линия	Но	Не	F	χ2
Дуплета 825	0,508	0,495	0,013	0,003
Моряка 12054	0,375	0,403	- 0,028	0,001
Пирата 6626	0,425	0,483	- 0,058	0,006

Согласно данным таблицы 40, в популяциях быков различных заводских линий по гену LEP отмечается, что ожидаемая гетерозиготность для изучаемых локусов немного превышает наблюдаемую и составляет 0,013, 0,028 и 0,058 соответственно. Показатели по критерию Пирсона остаются невысокими. Число эффективных аллелей примерно одинаково и укладывается в рамки статистической погрешности.

Таким образом, наши исследования доказывают, что ген *LEP* полиморфен во всех исследуемых заводских линиях крупного рогатого скота калмыцкой породы. При этом следует отметить тот факт, что у линийМоряка 12054 и Пирата 6626 ожидаемая гетерозиготность преобладает над наблюдаемой. Данный фактор свидетельствует о преобладании инбридинга в данных линиях, хоть и в малой степени.

3.4.1.2 Влияние гена лептина (*LEP*) на формирование мясных качеств у бычков в процессе их роста и развития

Исследование мясной продуктивности бычков в зависимости от их генотипа по гену лептина основывалось на данных, полученных при взвешивании животных на протяжении всего периода их роста.

В таблице 41 представлены результаты исследования генотипов гена лептина в зависимости от возраста выращивания.

Таблица 41 – Динамика живой массы бычков различных генотипов, кг

Возраст, мес	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
	AA (*n=36*)	*AB* (*n=61*)	*BB* (*n=23*)	*AA* (*n=63*)	*AB* (*n=45*)	*BB* (*n=12*)	*AA* (*n=45*)	*AB* (*n=55*)	*BB* (*n=20*)
При рождении	24,8± 0,52*	24,5± 0,73	24,4± 0,77*	24,6± 0,73	24,5± 0,80	24,3± 0,73	24,9± 0,69	24,4± 0,53	24,2± 0,56
8	227,7± 5,44	226,3± 5,43	225,9± 5,88	225,3± 5,36	222,2± 5,14	221,3± 5,45	225,3± 5,70	222,2± 4,53	219,3± 4,71
12	330,7± 7,34	328,2± 7,36	326,3± 8,53	328,7±8, 74**	326,3± 8,65	320,3±8, 36**	321,3±8, 75	318,4± 8,63	312,7±8, 92
16	418,7± 10,45	415,0± 11,76	408,3± 10,56	413,4±1 0,78	412,3± 10,40	410,8±1 0,36	413,4±1 1,18	409,5± 12,41	404,7±1 1,78
20	486,7± 12,45	485,8± 11,82	483,4± 10,88	475,2±1 4,65	473,4± 13,78	470,3±1 0,46	474,5±1 1,13*	473,8± 14,88	472,9±1 0,08*

*P<0,05 **P<0,01

Данные таблицы 41 указывают на соответствие показателей живой массы бычков различных линий, установленным стандартам породы.

У бычков различных исследуемых линий с генотипом LEP^{AA} выявлены наибольшие показатели живой массы. Так, в возрасте 20 месяцев у бычков линии Дуплета 825 с генотипом LEP^{AA} средняя живая масса составила 486,7±12,45, что превосходит сверстников с генотипом LEP^{AB} на 0,19%, бычков с генотипом LEP^{BB} на 0,68%.

В нашем исследовании было установлено, что бычки всех линий, которые имеют генотип LEP^{AA}, обладали наибольшей живой массой во все возрастные периоды.

При оценке развития и роста молодняка животных, выращиваемых для получения мяса, показатель – прирост живой массы (средний и абсолютный) играет важную роль. Благодаря этим показателям можно узнать, сколько животных за определенный период времени набирают живой массы, что свидетельствует об их гармоничном развитии.

В ходе анализа динамики роста живой массы телят были выявлены достоверные изменения этого показателя, в частности, у всех исследуемых линий установлена склонность к снижению показателей прироста массы от LEP^{BB} к LEP^{AB}, и от LEP^{AB} к LEP^{AA}.

При этом достоверно установлено, что в возрастном периоде с 8 по 12 месяцев у представителей линий Моряка 12054 и Пирата 6626 в гетерозиготном варианте гена *LEP* показатели абсолютного прироста были выше чем в гомозиготных вариантах, а именно: линия Моряка 12054 (104,1±6,34), что больше гомозиготного варианта по типу *A* на 0,68% и на 5,15% гомозиготного варианта гена *LEP* по типу *B*.

Данные абсолютного прироста массы живых животных согласно возрастным периодам приведены в таблице 42.

Таблица 42 – Значения абсолютного прироста массы тела по возрастным периодам, кг

Период	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
	AA (*n=36*)	*AB* (*n=61*)	*BB* (*n=23*)	*AA* (*n=63*)	*AB* (*n=45*)	*BB* (*n=12*)	*AA* (*n=45*)	*AB* (*n=55*)	*BB* (*n=20*)
0-8	202,91 ±14,43*	201,82 ±12,33	201,54 ±11,65	200,71 ±12,43*	197,78 ±13,56	197,46 ±13,34	200,45 ±11,91*	197,82 ±12,16	195,19 ±13,36
8-12	103,10 ±7,76*	101,91 ±6,47	100,44 ±6,89	103,49 ±7,61*	104,58 ±6,34	99,67 ±6,69	96,48 ±8,12*	96,26 ±6,79	93,49 ±6,57
12-16	88,22± 6,31*	86,83± 5,85	82,12± 5,23	84,72± 6,18*	86,45± 5,98	90,51± 5,57	92,15± 6,23*	91,17± 5,82	92,23± 5,44
16-20	68,18± 4,12*	70,82± 3,76**	75,17± 3,38	61,86± 4,22*	61,15± 3,88**	59,54± 3,50	61,19± 4,17*	64,31± 4,01**	68,23± 4,55

*P<0,05 **P<0,01

Изучив значения абсолютного прироста массы тела в таблице 42 бычков различных заводских линий, следует, что исследуемый полиморфизм

гена лептина влияет на прижизненные показатели роста у бычков всех исследуемых линий в течение ключевых периодов их выращивания.

Это подтверждается статистически значимыми различиями (Р <0,05) между показателями среднесуточного прироста у бычков линии Моряка 12054 с генотипами LEP^{AA} и LEP^{BB}. За весь период выращивания бычков разница между различными гомозиготными генотипами составила 0,72% в пользу гомозиготного варианта *A* гена *LEP*.

С рождения у исследуемых животных наблюдалась тенденция к замедлению темпов роста, которая различалась в зависимости от их генетического типа: $LEP^{BB} \rightarrow LEP^{AB} \rightarrow LEP^{AA}$. Однако на последнем этапе откорма, мы отметили некоторое стремление к увеличению интенсивности роста бычков гомозиготных по типу *B* гена *LEP*.

В таблице 43 представлены данные о среднесуточном приросте массы у бычков различных генотипов по гену *LEP*, зависящие от технологических периодов содержания скота калмыцкой породы.

Таблица 43 – Зависимость среднесуточного прироста массы телаот периода выращивания, г

Возрастной период	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
	AA (*n=36*)	*AB* (*n=61*)	*BB* (*n=23*)	*AA* (*n=63*)	*AB* (*n=45*)	*BB* (*n=12*)	*AA* (*n=45*)	*AB* (*n=55*)	*BB* (*n=20*)
0-20	770,51 ±12,24	768,83 ±16,74	765,20 ±9,19	751,21 ±9,36*	748,18 ±9,98*	743,3± 9,63**	749,31 ±9,78	749,41 ±7,83*	747,81 ±15,64
8-20	719,14 ±14,82	720,89 ±11,71	715,23 ±13,57	694,18 ±9,82*	697,82 ±8,56*	691,7± 9,53**	692,13 ±12,53	698,92 ±14,3*	704,24 ±18,78
12-20	650,15 ±19,74	656,63 ±15,36	654,45 ±19,78	610,71 ±9,51*	612,19 ±9,94*	625,0± 8,61**	638,32 ±18,61	647,51 ±20,36	667,87 ±15,71

*P<0,05 **P<0,01

Результаты, представленные в таблице 43, показывают, что средние значения суточных приростов массы бычков на различных этапах их роста изменяются аналогичным образом, как и данные об абсолютных приростах.

Было выявлено значительное различие (Р<0,05 и Р<0,01) в показателях среднесуточного прироста живой массы за весь период выращивания бычков линии Моряка 12054, принадлежащих к двум различным генотипам: LEP^{AA} и

LEP^{BB}. У животных с генотипом LEP^{BB} среднесуточные приросты оказались на 2,39% выше в ходе откорма.

Ключевым показателем, позволяющим анализировать темпы роста молодого поголовья, является относительная скорость роста организма. Этот параметр отражает, с какой интенсивностью протекают обменные процессы в организме молодых животных на этапе их роста и развития.

Таблица 44 – Зависимость относительной скорости роста бычков от технологических периодов, %

Возрастной период	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
	AA (*n=36*)	*AB* (*n=61*)	*BB* (*n=23*)	*AA* (*n=63*)	*AB* (*n=45*)	*BB* (*n=12*)	*AA* (*n=45*)	*AB* (*n=55*)	*BB* (*n=20*)
0-20	176,3 ±9,2	174,2 ±8,8	173,4 ±8,2	177,3 ±9,8	175,3 ±8,7	174,2 ±10,3	173,1 ±13,6	172,1 ±12,3	170,1 ±9,1
8-12	77,31 ±6,12	76,32 ±5,32	75,59 ±4,83	78,56 ±6,63	78,69 ±5,45	76,18 ±6,73	76,12 ±5,47	75,45 ±5,36	74,19 ±6,78
12-20	46,12 ±4,44	45,88± 5,13	44,75 ±6,02	47,36 ±4,79	47,12 ±4,09	46,67 ±5,18	46,78 ±6,13	45,89 ±5,78	44,65 ±3,89

Как следует из таблицы 44, что относительная скорость роста с возрастом уменьшается. Это единая закономерная черта всех живых организмов на планете. Отличия между относительной скорости роста бычков различных линий в зависимости от генотипа незначительны.

В период откорма самый большой показатель относительной скорости ростабыл зафиксирован у бычков заводской линии Моряка 12054 с генотипом LEP^{AA} (47,36%), также было отмечено у бычков той же линии, но с гетерозиготным генотипом (78,69%) максимальная относительная скорость роста в период с 8-ти до 12-ти месячного возраста, что превышало значение у сверстников с гомозиготным генотипом по варианту *A* на 0,17%, а с гомозиготным генотипом по варианту *B* на 3,29%.

Как следует из вышеуказанного, животные с генотипом LEP^{AA} имеют большую массу среди всех исследуемых животных, а также более высокие показатели прироста массы тела во всех заводских линиях.

3.4.1.3 Влияние гена лептина (LEP) на экстерьерную оценку бычков различных заводских линий

Промеры статей тела, такие как длина, высота в холке и обхват груди, позволяют оценить конституцию животных и их генетическую предрасположенность к формированию мясных качеств. Эти параметры становятся основой для определения типа телосложения, которое критически важно для эффективного разведения крупного рогатого скота. В зависимости от заводской линии, выраженность тех или иных характеристик может значительно варьироваться, что отражается в зоотехнических показателях.

В таблицах 45 и 46 представлены детализированные данные по измерениям статей тела бычков, где четко видны различия между генотипами. Например, бычки с определенными генетическими линиями могут демонстрировать более выраженные мясные формы, что непосредственно влияет на рентабельность мясного производства. Важно отметить, что на результаты измерений также влияют условия кормления и управления, что делает результаты исследования следствием взаимодействия генетических и внешних факторов.

Таблица 45 – Экстерьерная оценка бычков различных заводских линий в зависимости от генотипа, см

Промер	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
	AA (n=36)	*AB (n=61)*	*BB (n=23)*	*AA (n=63)*	*AB (n=45)*	*BB (n=12)*	*AA (n=45)*	*AB (n=55)*	*BB (n=20)*
8 месяцев									
Высота в крестце	113,24±2,05	112,19±2,71	111,26±3,18	112,54±3,27	107,67±2,13	106,28±2,25	108,25±1,76	107,22±2,36	106,57±2,51
Обхват груди за лопатками	152,92±0,78	149,78±1,08	147,45±1,44	149,36±1,08	146,47±1,71	144,68±1,18	146,25±1,71	144,53±1,18	143,27±1,38
Ширина груди за лопатками	34,41±0,87	33,32±1,29	32,64±0,93	32,47±0,92	31,87±0,91	30,98±1,33	32,66±0,93	32,46±0,92	31,89±0,91
Глубина груди	53,29±0,68	52,10±1,49	51,82±0,97	51,64±1,01	51,18±1,16	49,77±1,24	51,86±0,97	51,38±1,00	51,11±1,16
Косая длина туловища	123,53±1,52	122,79±1,97	119,97±0,86	119,18±1,96	118,35±1,35	116,87±1,28	121,62±1,97	118,92±0,86	116,48±1,28
Обхват пясти	18,11±0,07	18,02±0,05	17,85±0,06	18,12±0,17	17,92±0,03	17,69±0,04	18,12±0,17	17,96±0,03	17,71±0,06
Полуобхват зада	90,91±0,38	90,41±0,48	88,02±0,58	85,12±0,49	84,24±0,43	81,81±0,98	88,02±0,58	85,13±0,49	84,22±0,43
20 месяцев									
Высота в крестце	130,19±1,37	128,32±1,25	128,24±1,88	126,11±1,62 *	124,47±1,33	123,75±0,75 *	128,27±1,88	127,47±1,62	125,48±1,33
Обхват груди за лопатками	199,57±1,87	197,20±2,26	194,30±2,16	194,56±1,61	191,33±1,91	188,94±1,74	197,23±2,26	194,32±2,16	194,56±1,61
Ширина груди за лопатками	50,42±1,19	49,84±1,19	48,95±1,77	49,78±1,12	48,81±1,23	46,51±1,48	49,73±1,33	48,87±1,78	46,52±1,58
Глубина груди	76,12±1,01	74,57±0,82	73,66±1,36	74,21±1,02	72,91±0,84	70,28±1,60	73,64±1,36	74,22±1,02	72,91±0,84
Косая длина туловища	146,42±1,26	145,27±1,47	143,81±1,31	143,40±1,55	142,70±1,29	141,80±0,97	145,33±1,31	143,80±1,20	143,40±1,55
Обхват пясти	23,11±0,08	23,05±0,03	23,01±0,08	23,22±0,14	23,11±0,05	23,09±0,12	23,15±0,08	23,02±0,14	22,13±0,05
Полуобхват зада	128,47±0,58	127,16±0,43	126,37±0,55	122,16±0,57	120,13±0,65	118,67±0,71	127,18±0,43	126,47±0,55	122,25±0,57

* – P<0,05

Таблица 46 – Индексы телосложения, %

Индексы телосложения	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
	АА (n=36)	*АВ (n=61)*	*ВВ (n=23)*	*АА (n=63)*	*АВ (n=45)*	*ВВ (n=12)*	*АА (n=45)*	*АВ (n=55)*	*ВВ (n=20)*
8 месяцев									
Грудной	63,15	62,59	62,53	65,02	63,7	63,26	65,02	63,7	63,26
Сбитости	123,76	123,26	122,58	123,1	122,76	121,84	123,26	123,1	122,58
Костистости	16,96	16,96	16,96	16,96	16,64	16,46	16,96	16,69	16,46
Массивности	135,76	134,08	133,06	134,98	134,22	133,12	134,98	134,22	133,12
Мясности	81,38*	81,18	80,69*	78,76*	78,34	77,16*	80,69*	78,76	78,34*
20 месяцев									
Грудной	67,53	67,17	66,77	67,31	67,26	66,58	67,31	67,26	66,58
Сбитости	136,7	136,51	136,37	136,97	136,03	135,47	136,97	136,03	135,47
Костистости	18,93	18,83	18,73	18,27	18,23	18,25	18,73	18,27	18,23
Массивности	154,75	154,13*	152,87	154,87	154,25*	151,89	154,87	154,25*	151,89
Мясности	99,47	99,23	98,55	97,15	96,87	96,11	98,55	97,15	96,87

* – P<0,05

Согласно данным, приведенным в таблице 45, бычки с гомозиготным вариантом *A* на протяжении всех технологических периодов превосходят по таким показателям, как высота в холке, полуобхват зада, косой длине туловища, сверстников с генотипами: гетерозиготный и гомозиготным вариантом *B*, данная закономерность характерна для всех исследуемых линий крупного рогатого скота калмыцкой породы.

У бычков линии Моряка 12054 с гомозиготным генотипом *AA* вышеуказанные промеры были больше, чем у бычков этой же линии, но которые имели гетерозиготный генотип: на 3% больше высота в холке, на 10% показатель – ширина груди за лопатками.

В целом можно сказать, что бычки с генотипом LEP^{AA} имеют более высокие показатели промеров в 8 и 20 месяцев по сравнению с другими генотипами.

Анализ индексов мясной продуктивности (таблица 40) показывает, что у бычков всех линий наблюдается гармоничное развитие частей тела. Однако у бычков с генотипом LEP^{AA} мясные формы более выражены по сравнению с бычками других генотипов.

Таким образом, понимание взаимосвязи между промерами статей тела и генетическим типомбычков является важным инструментом для селекционеров и зоотехников. Эти знания позволяют оптимизировать программы разведения, улучшая генетический потенциал стада и обеспечивая его адаптацию к изменяющимся условиям хозяйствования.

3.4.1.4 Влияние гена гормона лептина (*LEP*) на интерьерные показатели бычков различных заводских линий

Интерьерные показатели, включая гематологические, в некоторой степени отражают активность процессов, происходящих в организме животных.

Многие исследователи отмечают взаимосвязь между гематологическими показателями, интенсивностью роста, развития и продуктивностью животных.

В таблице 46 представлены морфологические показатели крови бычков различных линий согласно их генотипам. Как следует из таблицы, общие показатели крови животных находятся в пределах нормального физиологического состояния.

Таблица 46 – Общие показатели крови бычков различных линий

Показатель	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
	AA (n=36)	*AB (n=61)*	*BB (n=23)*	*AA (n=63)*	*AB (n=45)*	*BB (n=12)*	*AA (n=45)*	*AB (n=55)*	*BB (n=20)*
8 месяцев									
Эритроциты, 10^{12}/л	7,21±0,08	7,38±0,14	7,18±0,34	7,21±0,08	7,38±0,14	7,18±0,47	7,21±0,45	7,38±0,17	7,18±0,36
Лейкоциты, 10^{9} /л	7,14±0,01	7,15±0,03	7,22±0,31	7,14±0,91	7,15±0,63	7,22±0,31	7,14±0,45	7,15±0,33	7,22±0,31
Гемоглобин, г/л	120,03 ±1,35	120,13 ±2,67	119,06 ±1,84	120,03 ±1,35	120,13 ±2,67	119,06 ±1,84	120,03 ±1,35	120,13 ±2,67	119,06 ±1,84
20 месяцев									
Эритроциты,10^{12}/л	5,88±0,76	5,83±0,32	5,71±0,18	5,88±0,76	5,83±0,32	5,71±0,18	5,88±0,76	5,83±0,34	5,71±0,18
Лейкоциты, 10^{9} /л	5,14±0,77	5,04±0,31	5,25±0,37	5,14±0,77	5,04±0,22	5,25±0,47	5,14±0,77	5,04±0,31	5,25±0,07
Гемоглобин, г/л	114,62 ±4,03	114,67 ±3,15	114,85 ±2,88	114,82 ±4,03	114,67 ±3,23	114,85 ±2,78	114,62 ±4,03	114,67 ±3,15	114,85 ±2,88

В таблице 46 не было выявлено существенных различий между исследуемыми показателями. Однако в восьмимесячном возрасте у бычков с

генотипом LEP^{AA} было отмечено небольшое увеличение количества эритроцитов и гемоглобина, а у бычков с генотипом LEP^{BB} — лейкоцитов.

В возрасте двадцати месяцев у бычков с генотипом LEP^{AA} наблюдалось некоторое увеличение количества гемоглобина, а у бычков с генотипом LEP^{BB} — лейкоцитов и эритроцитов. Данные тенденции обусловлены активностью обменных процессов в организмах животных.

В таблице 47 приведен состав белковых элементов и их уровень в сыворотке крови бычков исследуемых заводских линий в различном возрасте.

Таблица 47 –Исследование сыворотки крови бычков различных линий

Показатель	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
	AA (*n*=36)	*AB* (*n*=61)	*BB* (*n*=23)	*AA* (*n*=63)	*AB* (*n*=45)	*BB* (*n*=12)	*AA* (*n*=45)	*AB* (*n*=55)	*BB* (*n*=20)
8 месяцев									
Общий белок, г/л	68,29 ±1,28	67,58 ±1,09	69,46 ±1,53	67,56 ±1,19	66,88 ±1,12	65,99 ±1,52	69,46 ±1,53	67,56 ±1,19	66,88 ±1,12
альбумины	44,14 ±1,91	44,34 ±1,86	43,63 ±1,22	44,04 ±1,94	44,05 ±1,11	43,94 ±1,78	44,34 ±1,86	43,63 ±1,22	44,04 ±1,94
α-глобулины	14,08 ±1,03	14,28 ±0,90	15,80 ±1,44	13,56 ±1,27	13,88 ±0,72	14,18 ±0,73	15,80 ±1,44	13,56 ±1,27	13,88 ±0,72
β-глобулины	14,58 ±0,92	14,48 ±0,88	14,61 ±0,96	14,68 ±0,72	14,98 ±0,78	15,54 ±1,31	14,48 ±0,88	14,61 ±0,96	14,68 ±0,72
γ-глобулины	27,20 ±1,68	27,90 ±1,67	26,96 ±2,26	26,10 ±1,61	27,20 ±1,62	26,95 ±0,99	27,90 ±1,67	26,96 ±2,26	26,10 ±1,61
Белковый коэффициент	0,79	0,78	0,76	0,80	0,79	0,78	0,70	0,79	0,78
20 месяцев									
Общий белок, г/л	76,58 ±1,87	75,67 ±2,09	76,26 ±2,98	77,26 ±2,74	76,18 ±1,90	76,22 ±2,54	77,26 ±2,74	76,26 ±2,98	75,67 ±2,09
альбумины	45,54 ±1,77	45,34 ±1,11	44,63 ±1,96	45,58 ±1,11	44,74 ±1,79	45,22 ±1,73	45,54 ±1,77	45,34 ±1,11	44,63 ±1,96
α-глобулины	14,48 ±0,81	14,68 ±0,79	16,40 ±1,30	16,20 ±1,19	14,38 ±0,78	14,44 ±0,79	16,40 ±1,30	16,20 ±1,19	14,38 ±0,78
β-глобулины	14,18 ±0,88	13,88 ±0,79	15,21 ±1,21	13,98 ±0,79	14,28 ±0,85	15,21 ±1,21	15,21 ±1,21	14,28 ±0,85	13,98 ±0,79
γ-глобулины	25,80 ±1,05	26,10 ±0,82	25,76 ±0,95	26,60 ±1,13	26,00 ±0,83	25,56 ±1,12	26,60 ±1,13	26,00 ±0,83	25,56 ±1,12
Белковый коэффициент	0,84	0,81	0,79	0,77	0,83	0,83	0,81	0,79	0,78

Согласно данным таблицы 47 существенных различий между представителями различных линий обнаруженоне было, но вследствие пролонгированного эксперимента были выявлены определенные возрастные особенности. Все показатели находятся в пределах физиологической нормы.

Так, у бычков линии Моряка 12054 с генотипом LEP^{AA} с возрастом общий уровень белка в сыворотке крови увеличился на 10,1%, а у гетерозиготных бычков этой же линии — на 12,3%. У бычков линии Дуплета 825 генотипа LEP^{AA} этот показатель увеличивался на 8,9%. Это может быть связано с особенностями общего уровня белка.

Белки — это важный компонент крови, а их количество отражает нормальное состояние животных и интенсивность процессов окислительно-восстановительных реакций.

Любой сдвиг в балансе белковых элементов может дать дополнительную информацию о том, что происходит внутри организма животного.

У бычков всех трех линий к возрасту убоя обнаружено стремление к увеличению белкового коэффициента. Так, при первом исследовании данный показатель варьировался от 0,70 до 0,80, то при повторном исследовании этот же показатель имел значения в диапазоне от 0,77 до 0,84.

Исходя из вышеуказанного, не было выявлено влияния полиморфизма гена лептина на морфологические и белковые показатели крови крупного рогатого скота. Этиисследования имеют важные последствия для понимания метаболических процессов в организме животных. Изучение гена лептина, который отвечает за регуляцию аппетита и энергетического обмена, прорисовывает картину возможных молекулярных механизмов, касающихся роста и продуктивности скота.

Тем не менее, отсутствие связи между полиморфизмом гена лептина и изменениями в крови не исключает его роли в других аспектах физиологии животных. Возможно, данные молекулы влияют на обмен веществ в более сложных взаимодействиях, которые требуют дальнейшего исследования.

Может быть, стоит рассмотреть влияние других генетических факторов, которые могли бы оказывать более значительное влияние на здоровье и продуктивность.

Таким образом, необходимость комплексного подхода к исследованию генетических маркеров становится аналогично важной, как и работа с морфологическими показателями. Это может открыть новые возможности в селекции и улучшении качеств скота, способствуя созданию более устойчивых и продуктивных линий.

3.4.2 Полиморфизм геналептина (*LEP*) и его влияние на формирование мясных качеств в тушах различных заводских линий

3.4.2.1 Влияние гена гормона лептина (*LEP*) на послеубойные показатели туш различных заводских линий

В научных кругах активно исследуется взаимосвязь между влиянием гена *LEP* и показателями продуктивности крупного рогатого скота мясного направления. Гармоничное развитие мышечной и соединительной тканей, а такжескелета совместно с правильным распределением жировой ткани в организме животного способствуют оптимальному соотношению этих компонентов в туше. Это, в свою очередь, позволяет получить продукцию высшей категории, что является основным критериемпродуктивности крупного рогатого скота мясного направления.

После проведения убоя животных было определено, что тазобедренная часть отличалась шириной и плавностью линий, с заметно нависающими мышцами бедра. Лопаточная кость не выделялась на фоне мышц, которые образовывали плотный слой.

Послеубойные показатели туш бычков исследуемых линий в зависимости от генотипа по гену *LEP* приведены в таблице 48.

В таблице 49 представлен морфологический состав туш бычков различных генотипов.

Таблица 48 – Послеубойные показатели туш бычков исследуемых линий по гену лептина.

Показатель	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
	AA (n=36)	*AB (n=61)*	*BB (n=23)*	*AA (n=63)*	*AB (n=45)*	*BB (n=12)*	*AA (n=45)*	*AB (n=55)*	*BB (n=20)*
Предубойная живая масса, кг	486,7± 12,45*	485,8± 11,82	483,4± 10,88	475,2± 14,65*	473,4± 13,78	470,3± 10,46	474,5± 11,13*	473,8± 14,88	472,9± 10,08
Масса парной туши, кг	280,34 ±5,78	279,34 ±5,33	276,99 ±5,47	274,19 ±4,18	272,21 ±5,16	269,48 ±5,66	268,57 ±5,98	266,75 ±5,37	265,77 ±5,60
Выход туши, %	57,6±0,35*	57,5±0,33	57,3±0,41	57,7±0,51*	57,5±0,23	57,3±0,19	56,6±0,42*	56,3±0,41	56,2±0,39
Масса внутреннего жира-сырца, кг	11,12±2,15	11,33±2,43	12,12±2,74	16,18±5,22	15,74±4,31	14,88±3,69	11,24±1,68	11,69±2,45	12,11±2,67
Выход жира, %	3,12±0,12	3,45±0,19	4,10±0,35	5,91±0,26	5,45±0,29	5,03±0,19	3,86±0,21	4,03±0,33	4,46±0,38
Убойная масса, кг	308,08± 10,18	306,05± 11,74	303,58± 12,10	285,12± 10,74	279,31± 10,69	275,13± 11,18	281,38± 12,34	280,49± 12,17	279,48± 11,79
Убойный выход, %	63,3±2,23	63±2,39	62,8±2,37	60±2,18	59±2,89	58,5±3,18	59,3±2,25	59,2±2,74	59,1±2,59
Толщина подкожногожира, см	1,90±0,07	1,81±0,10	1,72±0,13	2,45±0,34	2,05±0,56	1,88±0,42	1,99±0,19	2,18±0,36	2,35±0,43
Площадь мышечногоглазка, см^2	84,15±0,49	83,28±0,45	82,57±0,37 *	83,45±0,33	82,67±0,39	81,23±0,18 *	82,23±0,34	81,63±0,39	80,52±0,27 *

* – P<0,05

Таблица 49 – Морфологический состав туш бычков калмыцкой породы в зависимости от генотипа по гену лептина

Показатель	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
Генотип	*AA (n=36)*	*AB (n=61)*	*BB (n=23)*	*AA (n=63)*	*AB (n=45)*	*BB (n=12)*	*AA (n=45)*	*AB (n=55)*	*BB (n=20)*
Масса туши, кг	280,34±5,78	279,34±5,33	276,99±5,47	274,19±4,18	272,21±5,16	269,48±5,66	268,57±5,98	266,75±5,37	265,77±5,60
в т.ч: мякоть, кг	195,03±8,12*	193,72±8,45	191,48±8,36*	191,58±8,42*	189,73±8,47	188,26±8,42*	186,68±9,78*	184,94±8,06	183,89±8,64*
%	69,57±3,01	69,35±3,36	69,13±3,45	69,87±3,15	69,7±3,08	69,86±3,40	69,51±3,67	69,33±3,67	69,19±3,55
Жир, кг	22,74±1,51**	22,96±1,56	23,10±1,58	22,89±1,57**	22,89±1,58	22,53±1,50	23,04±1,53**	23,07±1,54	23,18±1,58
%	8,11±0,84	8,22±0,86	8,34±0,87	8,35±0,82	8,41±0,80	8,36±0,84	8,58±0,86	8,65±0,85	8,72±0,87
Кости, кг	51,02±5,03***	51,12±5,25	50,97±5,27	47,98±4,56***	47,91±5,48	47,16±5,50	47,54±5,36***	47,48±6,06	47,57±5,54
%	18,20±1,12	18,30±1,09	18,40±1,15	17,50±1,10	17,60±1,17	17,50±1,18	17,70±1,19	17,80±1,11	17,90±1,26
Сухожилия и хрящи, кг	11,55±1,35*	11,54±1,75	11,44±1,16	11,74±1,18*	11,68±1,47	11,53±1,49	11,31±1,76*	11,26±2,09	11,14±1,65
%	4,12±0,10	4,13±0,12	4,13±0,16	4,28±0,11	4,29±0,10	4,28±0,17	4,21±0,18	4,22±0,19	4,19±0,20
Коэффициент мясности	3,48±0,07	3,46±0,08	3,44±0,07	3,59±0,05	3,57±0,06	3,59±0,07	3,56±0,08	3,54±0,07	3,53±0,08

*P<0,05 **P<0,01, ***P<0,001

Согласно информации из таблицы 48, можно утверждать, что молодые бычки из разных заводских линий калмыцкого скота, обладающие гомозиготным генотипом варианта *A*, показывают более высокие результаты по нескольким критериям по сравнению с ровесниками, имеющими гомозиготный вариант *B*.

Так, бычки линии Моряка 12054 с генотипом LEP^{AA} имеют более высокую предубойную живую массу (на 1,12% и 0,78% соответственно), показатель выхода туши у бычков данной линии составляет 57,7%, что на 0,2% больше, чем у гетерозиготных бычков данной линии и на 0,4% больше бычков с генотипом LEP^{BB}.

Исследования показали, что площадь мышечного глазка коррелирует с массой туши и данный показатель является важнейшим индикатором продуктивности крупного рогатого скота мясного направления.

Результаты анализа морфологического состава туш, проведённого по вышеперечисленным параметрам (см. Таблицу 49), показали, что эти показатели значительно зависят от генотипа по гену лептина.

У молодняка заводской линии калмыцкого скота Моряка 12054 с генотипом LEP^{AA} наблюдалось стремление к увеличению массы внутреннего жира-сырца, толщины подкожного жира, а также его выхода.

Оценка морфологического состава туш из таблицы 49 позволяет получить представление о качестве мяса, основываясь на процентном соотношении мякоти, жира, костей и сухожилий. Кроме того, можно рассчитать коэффициент мясности, который демонстрирует степень развития мясных тканей, чем выше этот коэффициент, тем более качественными считаются туши.

Анализ результатов исследования морфологического состава туш показал, что влияние гена *LEP* особенно выражено на количествомякоти. По данному показателю выявлены достоверные различия между бычками заводской линии Моряка 12054 с гомозиготными генотипами. Разница по

общему количеству мякоти составила 1,85%, с преобладанием гомозиготного варианта *A* по гену лептина.

Следует особо отметить, что коэффициент мясности в исследуемых тушах значительно варьируется в зависимости от генетического набора. Наивысшие показатели были зафиксированы у особей с гомозиготным генотипом *A*, составившими 3,48, 3,59 и 3,56 для исследуемых линий.

В целом, высокий уровень коэффициента мясности у бычков всех генотипов по гену лептина, что свидетельствует о высоких качествах мясной продуктивности животных.

В ходе проведенных исследований мы установили, что уровень мякоти в туше значительно зависит от генотипа животного по гену *LEP*. Это открытие имеет важное значение как для научной, так и для практической деятельности.

Полученные результаты открывают новые горизонты в селекционной работе, позволяя более точно выбирать особей с желаемыми характеристиками. Практическое применение этих знаний позволит оптимизировать корма и условия содержания, направляя усилия на получение животных с высоким содержанием коэффициента мясности.

Также результаты нашего исследования могут служить основой для дальнейших генетических исследований, направленных на раскрытие других факторов, влияющих на мясные качества. В перспективе это позволит создавать более устойчивые и продуктивные породы, что важно в условиях растущего спроса на мясную продукцию в мире.

Таким образом, наши выводы подчеркивают необходимость интеграции генетических исследований в практику животноводства для достижения устойчивого развития этой отрасли.

3.4.2.2 Влияние гена гормона лептина (*LEP*) на органолептические показатели мясной продукции

Пищевая ценность, вкус, кулинарные свойства и степень усвояемости мяса, полученного из разных частей туши, значительно различаются. Эти характеристики напрямую зависят от состава туши.

Чтобы оценить качество туши, можно рассмотреть, сколько процентов от её общей массы составляют те или иные части или отрубы.

В результате исследований не было обнаружено разницы между показателямисостава естественно-анатомических частей туш. Значительную часть в тушах заводских линий крупного рогатого скота калмыцкой породы составляют плечелопаточная (19,2%–19,4%), спинно-рёберная (25,9–26,1%) и тазобедренная части (33,8–34,0%).

Основными критериями, по которым можно оценить качество мяса или мясного бульона, являются его органолептические свойства. Данные свойства мяса и бульона имеют мультифакторный процесс.

Оценка органолептики мяса и бульона представлена в таблице 50.

Химический состав обуславливается множеством факторов, как внутренних, так и внешних, которые воздействуют на организм животного в период его роста и развития.

В частности, к внутренним факторам можно отнести генетические особенности, питание, возраст и пол животного. Генетика определяет предрасположенность к определённым характеристикам, таким как рост мышечной массы и отложение жира, что напрямую влияет на выход мякоти и её качество.

Результаты исследований химического состава длиннейшей мышцы спины у бычков различных заводских линий представлены в таблице 51.

Таблица 50 –Результаты органолептических исследований

Показатель	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
Генотип	*АА (n=36)*	*АВ (n=61)*	*ВВ (n=23)*	*АА (n=63)*	*АВ (n=45)*	*ВВ (n=12)*	*АА (n=45)*	*АВ (n=55)*	*ВВ (n=20)*
Мясо									
Внешний вид	8,26±0,30	8,33±0,18	8,27±0,18	8,26±0,21	8,24±0,13	8,21±0,21	8,26±0,18	8,25±0,19	8,18±0,21
Запах	8,48±0,13	8,49±0,36	8,42±0,14	8,44±0,13	8,46±0,11	8,40±0,18	8,48±0,17	8,44±0,17	8,40±0,16
Вкус	8,53±0,14	8,54±0,25	8,53±0,23	8,56±0,27	8,52±0,12	8,54±0,24	8,51±0,20	8,56±0,29	8,54±0,25
Сочность	8,67±0,17	8,66±0,15	8,68±0,21	8,65±0,16	8,68±0,17	8,66±0,29	8,48±0,18	8,44±0,32	8,49±0,17
Общее качество	8,52±0,15	8,49±0,23	8,44±0,16	8,42±0,10	8,40±0,33	8,47±0,15	8,53±0,19	8,52±0,13	8,52±0,20
Мясной бульон									
Внешний вид	8,48±0,14	8,47±0,13	8,42±0,14	8,40±0,18	8,44±0,17	8,48±0,15	8,47±0,18	8,26±0,16	8,28±0,16
Запах (аромат)	8,67±0,15	8,65±0,17	8,63±0,22	8,44±0,13	8,43±0,30	8,41±0,14	8,47±0,16	8,44±0,14	8,47±0,22
Вкус	8,65±0,13	8,63±0,26	8,61±0,15	8,66±0,15	8,67±0,23	8,41±0,13	8,49±0,30	8,45±0,16	8,36±0,21
Наваристость	8,64±0,18	8,46±0,25	8,42±0,16	8,47±0,14	8,49±0,35	8,42±0,12	8,52±0,19	8,53±0,15	8,51±0,22
Общеекачество	8,69±0,17	8,69±0,15	8,59±0,18	8,46±0,25	8,44±0,14	8,43±0,13	8,49±0,32	8,44±0,14	8,53±0,19

Таблица 51 – Оценка химического состава *musculus longissimus* бычков калмыцкой породы различных линий

Показатель	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
Генотип	*АА (n=36)*	*АВ (n=61)*	*ВВ (n=23)*	*АА (n=63)*	*АВ (n=45)*	*ВВ (n=12)*	*АА (n=45)*	*АВ (n=55)*	*ВВ (n=20)*
Общая влага, %	74,64±5,03	74,35±5,27	74,23±5,57	73,18±5,47	73,19±5,87	72,77±5,09	73,56±5,24	71,76±6,08	72,45±5,61
Сухое вещество, %	25,36±4,41	25,65±4,13	25,73±4,49	26,82±4,56	26,81±4,36	27,33±4,47	26,44±4,47	28,24±4,36	27,55±4,86
белок	20,34±3,18*	20,46±3,07	20,36±3,33	22,37±3,33*	22,23±3,27	22,60±3,13	21,18±3,36*	22,69±3,44	22,14±3,57
жир	4,08±0,16	4,13±0,22	4,28±0,23	3,22±0,21	3,47±0,31	3,72±0,19	4,20±0,20	4,33±0,31	4,35±0,29
зола	0,94±0,04	1,06±0,06	1,09±0,07	1,23±0,08	1,11±0,06	1,01±0,04	1,06±0,11	1,22±0,12	1,06±0,22
Фосфор, г/кг	1,18±0,04	1,20±0,13	1,19±0,11	1,28±0,07	1,13±0,13	1,18±0,11	1,24±0,16	1,24±0,16	1,23±0,24

*P<0,05

В ходе органолептическогоисследования мясного сырья мы не выявили никаких различий во внешнем виде, запахе, вкусе, текстуре и сочности мяса, обусловленных полиморфизмом гена (см. Таблицу 50).

В целом, качество сырья было на высоком уровне, и его оценка находилась в диапазоне от 8,40 до 8,53 балла. Органолептическая оценка мясного бульона также была на высоком уровне, а один и ключевых показателей – наваристость, составил от 8,52 до 8,64 балла.

При анализе результатов химического состава длиннейшей мышцы спины представленном в таблице 51 установлено влияние гена лептина на общее содержание жира, которое коррелировало у всех исследуемых линий.

Так, у бычков линии Моряка 12054 разница в содержании жира между генотипами LEP^{AA} и LEP^{BB} была 0,5%. В других исследуемых линиях разница была менее существенной, но закономерность в преобладании гомозиготного варианта *B* над вариантом *A* сохраняется.

В тушах животных всех трёх линий, которые были исследованы, наблюдалась следующая тенденция: при движении генотипа от *AA* к *AB* и затем к *BB*, содержание влаги уменьшалось, а количество сухого вещества и белка увеличивалось.

Жировая ткань является важным компонентом мяса, который значительно повышает его пищевую ценность и калорийность. Она делает мясо более нежным и сочным, а также улучшает его вкус. Между мышечными волокнами туши можно визуально обнаружить жировые отложения.

От условий кормления и содержания напрямую зависит скорость и объем образования жировой ткани у животных, но генетические факторы обуславливают этот процесс. Генетические факторы определяют интенсивность обмена белков, жиров и углеводов в организме.

С увеличением возраста и упитанности животного обычно увеличивается содержание полноценных белков в его мясе.

Оценка химического состава общей пробы фарша, полученной от туш бычков разных генотипов в зависимости от заводской линии доказала, что наибольшее количество жира содержится в тушах с гомозиготным вариантом *B*. Данный результат характерен для всех исследуемых линий. Максимальная разница данного показателя выявлена в фарше, полученного из мяса бычков линии Моряка 12054 и составила 0,66 % с преобладанием в генотипе LEP^{BB}.

В других аспектах химического анализа общей пробы мясного фарша, полученного от животных различных заводских линий, можно заметить тенденцию к уменьшению общего уровня влаги и одновременному увеличению количества сухого вещества по типу от LEP^{AA} к LEP^{AB} и к LEP^{BB}.

Внешние факторы включают условия содержания, режим кормления, уровень стресса и даже климатические условия. Например, животные, которые содержатся в стрессовых условиях, могут иметь повышенное содержание кортизола, что негативно сказывается на качестве мяса. Также важно учитывать рацион: высококалорийное и сбалансированное питание способствует лучшему развитию мышечной ткани и снижению содержания жира.

Сравнительный анализ качества белков и энергетической ценности мяса бычков различных генотипов представлен в таблице 52.

Таблица 52 – Биологическая и энергетическая ценность мяса бычков в зависимости от генотипа

Показатель	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
Генотип	*AA (n=36)*	*AB (n=61)*	*BB (n=23)*	*AA (n=63)*	*AB (n=45)*	*BB (n=12)*	*AA (n=45)*	*AB (n=55)*	*BB (n=20)*
Длиннейшая мышца спины									
Оксипоролин, мг/%	50,15±2,22*	50,24±2,75	49,96±2,59*	50,36±1,89*	49,47±1,99	48,36±1,67*	50,24±1,89*	49,09±1,85	48,63±2,24*
Триптофан, мг/%	383,8±28,74	380,3±18,06	376,8±24,74	380,3±24,36	373,6±27,45	368,1±28,77	379,3±16,58	378,2±25,87	370,6±27,09
Белково-качественный показатель	7,88±1,18	7,78±0,99*	7,76±1,02	7,61±1,31	7,52±1,45*	7,48±1,78	7,55±1,36	7,45±1,47*	7,33±0,98
Энергетическая ценность, ККал	145,77±4,54	143,75±4,08	141,36±5,08	142,74±7,01	137,87±8,44	136,04±5,75	143,57±7,86	138,74±8,05	135,35±5,47
Общая проба мяса-фарша									
Энергетическая ценность, ККал	213,57±4,44	210,55±5,71	208,67±6,38	208,57±6,20	205,02±5,67	201,82±6,67	209,37±5,19	205,87±6,64	203,08±6,88

*P<0,05

Полученные результаты исследования в таблице 52 показывают, что определенное изменение в однонуклеотидном полиморфизме (SNP) гена *LEP* у молодых бычков из исследуемых линий имеет значительную корреляцию с такими показателями, как итоговая живая масса в конце откорма, суточный прирост, предубойная масса, вес туши после обработки, процент выхода мякоти, содержание внутримышечного жира в длиннейшей мышце спины и общее содержание жира в мясной продукции.

Общее количество оксипоролина в длиннейшей мышце спины во всех исследования остается на одном уровне, содержание же триптофана уменьшается в зависимости от генотипа животного в следующем порядкеот LEP^{AA} к LEP^{AB} и к LEP^{BB}. У всех животных различных линий, которые являются гомозиготными по варианту *A* показатель триптофана выше на 1,86%, а наивысший показатель был зарегистрирован у бычков линии Дуплета 825 и составил 383,8 мг/%.

Обнаружена положительная корреляция между количеством триптофана и белково-качественным показателем, что в свою очередь положительно влияет на питательная ценность мяса.

Калорийность мяса длиннейшей мышцы спины у линии Дуплета 825 составляет от 141,36 до 145,77 ккал (в зависимости от генотипа), что является наивысшим показателем среди всех исследуемых животных, также самое большое значения энергетической ценности зафиксированы в пробах мяса-фарша, полученного от бычков линии Дуплета 825, где показатели колеблются между 208,67 и 213,57 ккал.

Энергетическая ценность мяса длиннейшей мышцы спины и мяса-фарша возрастает в зависимости от генотипа по направлению: LEP^{BB}, LEP^{AB}, LEP^{AA}, во всех заводских линиях калмыцкой породы.

3.4.3 Полиморфизм гена лептина (LEP) и его влияние на конверсию питательных веществ

Порода, возраст, пол животного, условия содержания, плотность размещения, интенсивность использования, рацион кормления, соблюдение технологических норм и другие факторы отражают соотношение между запасенной и затраченной энергией.

Конверсия корма — ключевой показатель, который существенно влияет на эффективность животноводства. Значительная часть затрат на производство продукции связана именно с кормами. Чем лучше питательные вещества усваиваются организмом животного и чем выше его прирост, тем больше отдача от корма в виде продукции.

В таблице 53 представлены результаты исследования конверсии протеина и энергии корма.

Таблица 53 – Конверсия протеина и энергии корма, %

	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
Генотип	*AA (n=36)*	*AB (n=61)*	*BB (n=23)*	*AA (n=63)*	*AB (n=45)*	*BB (n=12)*	*AA (n=45)*	*AB (n=55)*	*BB (n=20)*
Конверсия протеина корма	9,28	9,21	9,08	9,03	8,94	8,84	9,06	9,01	8,89
Конверсия энергии корма	6,94	6,93	6,88	6,91	6,86	6,79	6,87	6,75	6,74

Анализ данных показывает, что у животных исследуемых линий с генотипом LEP^{AA} коэффициент конверсии протеина корма очень высокий. Например, у бычков линии Дуплета 825 этот показатель составил 9,28%, что на 0,76% и 2,20% превышает аналогичные значения у сверстников с генотипами LEP^{AB} и LEP^{BB} соответственно.

Таким образом, можно сделать заключение, что бычки с генотипом LEP^{AA} более эффективно усваивают протеин и энергию корма.

Результаты данных исследований достоверно доказывают, что генетические характеристики животного при оптимизации рациона и условий содержанияпозволяет значительно повысить качество мяса. Использование генетического анализа, в частности, определения вариаций гена *LEP*, может стать эффективным инструментом для селекции животных с желаемыми характеристиками. Это позволит не только улучшить экономические показатели мясного производства, но и повысить качество конечного продукта, что является важным для удовлетворения потребительского спроса.

Продолжая изучение мясной продуктивности бычков с акцентом на генотип по гену лептина, наблюдали, что данный ген также оказывает влияние на скорость роста и общую живую массу животных. В процессе исследовательской работы были проведены регулярные взвешивания на различных этапах роста, что позволило получить достоверные данные о динамике увеличения массы тела.

Исследования показывают, что бычки с генотипом LEP^{AA} имеют более высокие темпы прироста массы в период с рождения до 8 месяцев по сравнению с другими генотипами, такими как LEP^{AB} и LEP^{BB}. Это свидетельствует о том, что генотип LEP^{AA} может быть более предпочтительным для разведения мясных пород, так как он ассоциирован с лучшими показателями продуктивности.

Визуальный анализ структурных изменений в мышечной ткани у бычков разных генотипов также подтвердил высокую степень развития мышц у животных с генотипом LEP^{AA}. При гистологическом исследовании выявлено, что у них наблюдается большее количество мышечных волокон и меньшая степень жировых отложений, что положительно сказывается на качестве мяса.

Кроме того, проведённый анализ показал, что у бычков с генотипом LEP^{AA} наблюдается более высокий уровень синтеза лептина, что может способствовать лучшему усвоению питательных веществ и, как следствие,

более интенсивному росту. Это также может объяснять их превосходные результаты по росту и мясной продуктивности.

В заключение, полученные данные указывают на значительное влияние генотипа по гену лептина на мясную продуктивность бычков. Бычки с генотипом LEP^{AA} демонстрируют наилучшие результаты, как по приросту массы, так и по качеству мяса, что открывает перспективы для дальнейшего селекционного работы в области мясного скотоводства. Результаты исследования могут быть использованы для оптимизации программ разведения с целью повышения эффективности мясного производства, а также для дальнейших научных разработок и практического применения генетической селекции в агропромышленном комплексе.

3.5 Полиморфизм гена тиреоглобулина (*TG5*) и его влияние на формирование фенотипических показателей крупного рогатого скота в процессе их роста и развития

3.5.1 Полиморфизм генатиреоглобулина (*TG5*) и его влияние на формирование мясных качеств у бычков различных заводских линий калмыцкого скота в процессе их роста и развития

3.5.1.1 Генотипирование бычков различных заводских линий по гену гормона тиреоглобулина (*TG5*)

Тиреоглобулин представляет собой гликопротеин, который служит основой для выработки тиреоидных гормонов — трийодтиронина (Т3) и тетрайодтиронина (Т4). Эти гормоны играют ключевую роль в формировании адипоцитов, клеток, участвующих в накоплении и использовании жиров внутри организма.

Гормоны, получаемые из тиреоглобулина, активизируют различные процессы обмена жиров. Особенно активно жиры высвобождаются из жировых депо, что приводит к снижению их содержания в этих тканях. Это, в свою очередь, повышает уровень свободных жирных кислот в крови и ускоряет их окисление на клеточном уровне.

Влияние тиреоидных гормонов на обмен веществ подчеркивает важность их уровня для оптимизации продуктивности животных. Высокое содержание Т3 и Т4 способствует более эффективному использованию энергии, что, в свою очередь, может привести к улучшению роста и развития мышечной массы. Это особенно актуально в условиях интенсивного животноводства, где каждая единица корма должна максимально конвертироваться в продукцию.

Кроме того, гормоны могут влиять на распределение жировых запасов в организме, что имеет значение для качественных характеристик мяса.

Например, оптимальное соотношение мышечной и жировой ткани влияет на текстуру и вкус конечного продукта. Увеличение энергетической ценности мяса у разных линий животных также может быть связано с генетическими особенностями, которые определяют эффективность метаболизма и усвоения питательных веществ.

Следует отметить, что для достижения высоких показателей продуктивности необходимо учитывать не только генетические факторы, но и условия содержания, рацион и технологии откорма. Применение современных методов управления кормлением и мониторинга состояния здоровья животных позволит оптимизировать процессы обмена веществ и, соответственно, повысить эффективность производства.

Таким образом, комплексное понимание взаимодействия между гормонами, питательными веществами и условиями содержания животных является ключевым аспектом для достижения высоких результатов в животноводстве. Это позволит не только улучшить качество мяса, но и повысить общую экономическую эффективность отрасли.

Результаты исследования полиморфизма гена тиреоглобулинау бычков заводских линий калмыцкого скота представлены таблице 54.

Таблица 54 – Генотипирование бычков по гену тиреоглобулина

Заводская линия	Количество животных	Генотипы						Частоты аллелей	
Ген тиреоглобулина		*CC*		*CT*		*TT*		*C*	*T*
		гол	%	гол	%	гол	%		
Дуплета 825	120	46	38,34	53	44,16	21	17,50	0,604	0,396
Моряка 12054	120	41	34,17	47	39,17	32	26,66	0,537	0,463
Пирата 6626	120	75	62,50	30	25,00	15	12,50	0,750	0,250

Анализ данных таблицы 54 показывает, что генотип $TG5^{CC}$ встречается с высокой частотой у бычков калмыцкой породы: 38,34%, 34,17% и 62,50% соответственно.

Генотипирование по гену тиреоглобулина в разрезе частоты аллелей доказывает, что у всех заводских линий крупного рогатого скота калмыцкой породы аллель *C* преобладает над аллелью *T*, что согласуется с данными полученными при исследовании калмыцкого скота в работе Л.Г. Сурундаевой в 2016 году, где частота аллеля *C* достоверна установлена 0,705, а частота встречаемости аллеля *T* равнялась 0,295.

По количеству гетерозигот можно определить генетическую изменчивость популяции. В таблице 55 представлены результаты оценки надлюдаемой и ожидаемой гетерозиготности по гену тиреоглобулина.

Таблица 55 – Гетерозиготность по гену тиреоглобулина *(TG5)*

Линия	Но	Не	F	χ2
Дуплета 825	0,44166	0,478368	- 0,036708	0,002817
Моряка 12054	0,39166	0,497262	- 0,105602	0,022426
Пирата 6626	0,25	0,375	- 0,125	0,041667

Анализ информации представленной в таблице 55 показал, что в изучаемых линиях наблюдается нарушение генетического равновесия, что связано с воздействием искусственного отбора и жесткого внутрилинейного разведения. В частности, у животных линии Пирата 6626 зафиксировано нарушение генетического равновесия (-0,125), которое проявляется в избытке гомозигот и нехватке гетерозигот.

Результаты исследований подтверждают, что ген тиреоглобулина является полиморфным у крупного рогатого скота калмыцкой породы. Важно отметить, что во всех исследуемых линиях ожидаемая гетерозиготность превышает наблюдаемую. Это говорит о том, что в данных линиях, хотя и в незначительной степени, наблюдается инбридинг.

Кроме того, наличие благоприятных генотипов, таких как $TG5^{CC}$, открывает новые возможности для селекционной работы. Разработка генетически ценных линий позволит не только повысить продуктивность мяса, но и улучшить его органолиптические свойства, что приведет к

увеличению интереса со стороны потребителей и, как следствие, к улучшению финансовых показателей хозяйств.

С учетом выявленных закономерностей, необходимо стратегически подойти к вопросам племенной работы. Важно внедрять генетический мониторинг и оценку животных уже на ранних стадиях их развития. Это позволит селекционерам более точно определять перспективные линии и обоснованно направлять усилия для достижения максимального результата.

Кроме того, следует активно привлекать современные биотехнологии в процесс селекции. Использование методов молекулярной генетики может существенно ускорить процесс отборки животных по желаемым признакам, увеличивая тем самым эффективность всей селекционной программы.

Таким образом, результаты нашего исследования не только подтверждают значимость изучаемого гена TG5 для калмыцкого скота, но и указывают на необходимость дальнейшей работы в области генетической селекции, что обеспечит устойчивое развитие мясного животноводства в Донском регионе.

3.5.1.2 Влияние гена гормона тиреоглобулина (*TG5*) на формирование мясных качеств у бычков в процессе их роста и развития

Одним из основных показателей, свидетельствующих о процессе роста и развития телят, является их живая масса. Сбалансированный рост молодого организма имеет решающее значение для достижения высоких показателей мясной продуктивности в будущем.

При этом важно учитывать, что живая масса является не только индикатором физического состояния животных, но и отражает генетический потенциал породы. В исследуемых популяциях калмыцкой породы можно заметить, что животные с более высоким уровнем гомозиготности аллеля *C* продемонстрировали лучшие результаты по приросту живой массы, что подтверждает теорию о положительном влиянии гена гормона тиреоглобулинана продуктивные качества.

Более того, анализ показал, что животные с оптимальным соотношением гомозигот и гетерозигот имеют более высокую устойчивость к болезням и стрессовым факторам, что также способствует улучшению условий для роста и развития. Это подчеркивает необходимость дальнейшего изучения генетических параметров и внедрения методов селекции, направленных на создание новых заводских линий.

Важно отметить, что для оптимизации процессов роста и развития молодняка необходимо не только учитывать генетические факторы, но и применять современные технологии кормления и содержания. Таким образом, комплексный подход к селекции, включающий как генетические, так и экологические аспекты, позволит повысить общую продуктивность и устойчивость животных, что в конечном итоге скажется на экономической эффективности мясного производства.

Информация об изменении массы тела бычков разных генотипов, касающаяся гена тиреоглобулина, в зависимости от этапа их роста, приведена в таблице 56.

Таблица 56 – Живая масса бычков в зависимости от периода выращивания, кг

Возраст, мес	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
	CC (n=46)	*CT (n=53)*	*TT (n=21)*	*CC (n=41)*	*CT (n=47)*	*TT (n=32)*	*CC (n=75)*	*CT (n=30)*	*TT (n=15)*
При рождении	25,62 ±0,48	25,24 ±0,18	24,98 ±0,48	24,78 ±0,83	24,86 ±0,78	24,45 ±0,78	24,87 ±0,71	24,56 ±0,64	24,36 ±0,57
8	228,32 ±5,56	227,24 ±5,78	226,85 ±5,38	227,71 ±5,66	225,87 ±6,37	224,88 ±5,99	226,12 ±5,34	224,78 ±6,03	222,54 ±5,76
12	330,16 ±7,45	329,34 ±7,01	328,56 ±8,08	329,67 ±8,55	327,12 ±7,34	325,51 ±8,04	324,41 ±7,18	322,23 ±8,07	320,61 ±8,47
16	416,41 ±10,36	412,07 ±11,55	409,46 ±10,91	411,33 ±10,47	409,05 ±10,07	407,44 ±10,27	407,11 ±11,66	405,18 ±12,70	402,34 ±11,44
20	488,88± 12,12	485,41± 11,73	484,11± 10,07	480,46± 13,18	478,67± 12,40	474,36± 11,67	475,24± 11,78	472,07± 14,57	469,98± 12,38

Показатели живой массы бычков различных заводских линий в каждом возрастном периоде соответствуют классу – Рекорд.

Согласно данным таблицы 56 результаты исследований не выявили существенных различий между группами. У большинства изученных заводских линий наблюдается тенденция к незначительному увеличению живой массы по генотипам от $TG5^{TT}$ к $TG5^{CT}$, и от $TG5^{CT}$ к $TG5^{CC}$.

Среди бычков разных исследуемых линий были обнаружены особи с самым высоким показателем живой массы, имеющие генотип $TG5^{CC}$. Например, в возрасте 20 месяцев бычки линии Пирата 6626 с генотипом $TG5^{CC}$ имели среднюю живую массу 475,24 ± 11,78 кг, что на 0,67% больше, чем у их сверстников с генотипом $TG5^{CT}$, и на 1,12% больше, чем у бычков с генотипом $TG5^{TT}$.

В ходе нашего исследования было обнаружено, что бычки всех заводских линий калмыцкого скота с генотипом $TG5^{CC}$ демонстрировали самую высокую живую массу на всех этапах выращивания. На втором месте по этому показателю расположились особи с гетерозиготным генотипом.

Бычки с гомозиготным генотипом гена тиреоглобулина по варианту *T* имели наименьшие показатели.

При оценке роста и развития молодняка животных, выращиваемых для получения мяса, особое внимание уделяется средним и абсолютным приростам живой массы. Эти показатели позволяют понять, сколько веса набирают животные за определённый период времени, что свидетельствует об их гармоничном росте.

В таблице 57 представлены данные об абсолютном приросте массы живых животных в зависимости от возраста.

Таблица 57 – Значения абсолютного прироста массы тела по возрастным периодам, кг

Период	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
	CC (*n=46*)	*CT* (*n=53*)	*TT* (*n=21*)	*CC* (*n=41*)	*CT* (*n=47*)	*TT* (*n=32*)	*CC* (*n=75*)	*CT* (*n=30*)	*TT* (*n=15*)
0-8	202,70 ±13,24*	202,00 ±12,56	201,87 ±11,72	202,93 ±12,64*	201,01 ±13,13	200,43 ±13,11	201,25 ±12,26*	200,22 ±12,36	198,18 ±13,67
8-12	101,84 ±6,34*	102,1 ±6,28	101,71 ±6,74	101,96 ±6,48*	101,25 ±6,64	100,63 ±6,91	98,29 ±8,55*	97,45 ±6,45	98,07 ±6,12
12-16	86,25 ±5,67*	82,73 ±6,12	80,90 ±5,64	83,66 ±6,47*	81,93 ±5,46	81,93 ±5,93	82,70 ±6,45*	82,95 ±5,54	81,73 ±5,78
16-20	72,47 ±4,64*	73,34 ±3,14**	74,65 ±3,65	69,13 ±4,22*	69,62± 3,64**	66,92 ±3,98	68,13 ±4,17*	66,89± 4,01**	67,64 ±4,30

*P<0,05 **P<0,01

В ходе исследования динамики роста массы тела телят были выявлены достоверные изменения в этом показателе (см. Таблица 57). В частности, было установлено, что у всех исследуемых линий наблюдается тенденция к снижению темпов прироста веса от $TG5^{TT}$ к $TG5^{CT}$, и от $TG5^{CT}$ к $TG5^{CC}$.

Было достоверно установлено, что в период с 12 по 16 месяцев у особей линии Дуплет 825 с гомозиготным вариантом аллеля *C* абсолютный прирост был выше, чем у гетерозиготных и гомозиготных особей с аллелем *T*, на 4,25% и 6,61% соответственно.

После отъема у исследуемых животных наблюдалась тенденция к замедлению темпов роста. Этостремление проявлялась по-разному в зависимости от их генетического типа: $TG5^{TT} \rightarrow TG5^{CT} \rightarrow TG5^{CC}$. Однако на

последнем этапе откорма мы заметили некоторое увеличение интенсивности роста у бычков, гомозиготных по типу *T* гена *TG5*.

Прирост среднесуточной массы является важным показателем, который помогает оценить рост и развитие животных, а также формирование мясной продуктивности.

Проанализировав данные об абсолютном приросте массы тела бычков различных заводских линий, мы пришли к выводу, что исследуемый полиморфизм гена тиреоглобулина оказывает влияние на показатели роста бычков всех исследуемых линий в ключевые периоды их выращивания.

В таблице 58 представлены данные о среднесуточном приросте массы тела у бычков калмыцкой породы с различными генотипами по гену *TG5* в зависимости от основных периодов их содержания.

Таблица 58 –Зависимость среднесуточного прироста массы телаот периодов выращивания, г

Период	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
	CC (*n=46*)	*CT* (*n=53*)	*TT* (*n=21*)	*CC* (*n=41*)	*CT* (*n=47*)	*TT* (*n=32*)	*CC* (*n=75*)	*CT* (*n=30*)	*TT* (*n=15*)
0-20	771,12 ±11,74	767,97 ±16,61	766,45 ±10,32	761,35 ±9,12*	758,77 ±9,34*	753,39 ±10,83**	759,41 ±9,57	753,23 ±9,91	751,11 ±12,12
8-20	718,22 ±14,14	717,41 ±11,56	715,47 ±13,63	697,18 ±9,68*	695,45 ±8,37*	693,62 ±11,46**	699,87 ±12,48	698,62 ±13,69	697,32 ±14,27
12-20	648,19 ±11,25	646,07 ±12,19	644,41 ±14,12	626,03 ±9,33*	622,74 ±9,11*	625,45 ±8,61**	641,55 ±10,09	639,43 ±13,21	637,15 ±10,14

*P<0,05 **P<0,01

Данные, представленные в таблице, демонстрируют, что средние суточные приросты массы бычков изменяются в зависимости от периода их развития, аналогично тому, как меняются абсолютные приросты.

Подтверждается статистическая значимость (P <0,05) различий в среднесуточном приросте у бычков линии Моряка 12054 с генотипами $TG5^{CC}$ и $TG5^{TT}$. На протяжении всего периода выращивания бычков наблюдалась разница в 0,61% междуэтими вариантами гена *TG5*.

С возрастом у животных наблюдалось естественное снижение среднесуточных приростов массы тела, что естественно приводит к уменьшению абсолютных показателей живой массы.

Один из ключевых показателей, который позволяет оценить, как быстро развивается молодняк, — это относительная скорость роста организма.

Таблица 59 – Зависимость относительной скорости роста бычков от технологических периодов, %

Возрастной период	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
	CC (*n=46*)	*CT* (*n=53*)	*TT* (*n=21*)	*CC* (*n=41*)	*CT* (*n=47*)	*TT* (*n=32*)	*CC* (*n=75*)	*CT* (*n=30*)	*TT* (*n=15*)
0-20	177,21 ±9,56	175,78 ±8,45	173,32 ±8,18	176,26 ±9,45	175,47 ±10,12	174,09 ±8,85	175,56 ±11,68	173,45 ±12,63	171,36 ±9,78
8-12	78,25 ±7,36	76,62 ±6,63	75,04 ±5,58	77,07 ±5,53	76,88 ±6,25	75,78 ±6,77	75,08 ±5,69	74,78 ±5,86	74,11 ±6,46
12-20	46,56 ±5,08	45,47 ±5,12	44,41 ±6,31	47,87 ±4,57	47,31 ±4,23	46,74 ±5,44	46,24 ±6,73	45,72 ±5,24	43,37 ±5,55

Из таблицы 59 следует, что с возрастом скорость роста постепенно снижается. Это общая закономерность, характерная для всех живых организмов на Земле. Различия в скорости роста между особями разных линий, обусловленные их генотипом, несущественны.

В период откорма самые высокие темпы прироста были зафиксированы у бычков заводской линии Моряка 12054 с генотипом $TG5^{CC}$ (47,87%),а впериод после отъема максимальную скорость роста продемонстрировали бычки линии Дуплета 825 со схожим генотипом (78,25%). Это на 2,13% больше, чем у бычков с гетерозиготным генотипом, и на 4,28% больше, чем у бычков с гомозиготным генотипом по варианту *T*.

Исследования, касающиеся генетических факторов, влияющих на массу тела и рост скота, открывают новые перспективы для селекции калмыцкого скота. Генотип $TG5^{CC}$, обладающий выраженными преимуществами, позволяет ожидать не только увеличение продуктивности, но и улучшение экономической эффективности животноводства. Это делает

данный генотип особенно привлекательным для сельхозтоваропроизводетелей, позволяющий увеличить рентабельность производства.

Кроме того, результаты исследования подчеркивают важность генетического анализа в процессе селекции. Понимание генетических механизмов, отвечающих за развитие массы и роста, поможет селекционерам более точно выбирать животных для разведения. Такой подход может значительно улучшить общие показатели поголовья и адаптировать его к специфическим условиям пастбища.

Внедрение генетических тестов в практику селекции также создаст возможность отслеживать изменения в генетическом разнообразии популяций. Это поможет не только сохранить уникальные черты калмыцкого скота, но и повысить его устойчивость к заболеваниям и стрессовым ситуациям. Таким образом, использование генотипа $TG5^{CC}$ может стать важным шагом к модернизации российской животноводческой отрасли.

3.5.1.3 Влияние гена гормона тиреоглобулина (*TG5*) на экстерьерную оценку бычков различных заводских линий

Оценка экстерьера животного — это значимый зоотехнический параметр, который применяется для определения типа конституции и степени развития мясных форм у крупного рогатого скота.

В таблицах 60 и 61 отражены результаты промеров статей тела и индексы телосложения бычков различных заводских линий в зависимости от их генотипа.

В соответствии с информацией, представленной в таблице 59, бычки с генотипом *C* демонстрируют более высокие результаты по таким параметрам, как высота в крестце, полуобхват зада и косая длина туловища, по сравнению с бычками, имеющими гетерозиготный и гомозиготный вариант по аллелю *T* генотипы. Эта тенденция прослеживается у всех исследуемых линий крупного рогатого скота калмыцкой породы.

Достоверно установлено, что убычковлинии Пирата 6626 с генотипом *CC* были отмечены более высокие показатели, чем у особей с генотипом *TT*: высота в крестце увеличилась на 3,34%, а ширина груди за лопатками — на 2,97%.

Исследование индексов мясной продуктивности, представленных в таблице 60, демонстрирует, что у бычков всех исследованных линий отмечается пропорциональное развитие различных частей тела. При этом у бычков с генотипом $TG5^{CC}$ мясные формы выражены в большей степени, чем у бычков с другими генотипами.

По мере взросления животных, начиная с периода после отъёма, мы отмечали постепенное увеличение размеров частей тела, которые определяют мясные качества. В частности, заметно увеличились грудная и тазобедренная области, что подтверждается показателями индексов телосложения.

Таблица 60 – Экстерьерная оценка бычков различных заводских линий в зависимости от генотипа, см

Промер	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
	CC (n=46)	*CT (n=53)*	*TT (n=21)*	*CC (n=41)*	*CT (n=47)*	*TT (n=32)*	*CC (n=75)*	*CT (n=30)*	*TT (n=15)*
8 месяцев									
Высота в крестце	111,22±2,24	111,01±2,88	109,89±3,34	110,53±3,45	109,67±2,36	107,88±3,34	109,68±2,12	108,45±3,04	106,21±1,78
Обхват груди за лопатками	152,56±3,45	151,71±4,59	148,74±3,18	149,53±4,56	148,87±4,81	147,46±5,03	150,63±5,49	148,36±4,88	147,56±5,06
Ширина груди за лопатками	35,18±1,22	34,54±1,64	33,71±2,03	34,60±1,98	33,89±2,11	33,24±1,84	34,87±1,63	33,55±1,54	32,81±2,04
Глубина груди	54,38±2,21	53,77±2,65	52,07±2,89	53,18±1,98	52,74±2,45	51,36±2,27	52,67±2,07	51,44±1,82	51,11±2,34
Косая длина туловища	124,52±2,66	123,24±2,41	120,67±2,09	122,18±3,05	120,68±2,77	118,65±1,98	121,87±1,56	121,66±1,87	121,21±2,01
Обхват пясти	18,57±0,27	18,43±0,45	17,99±0,66	18,10±0,31	17,92±0,42	17,51±0,38	18,24±0,67	18,08±0,47	17,97±0,78
Полуобхват зада	91,54±1,88	90,25±1,49	88,56±1,52	90,45±2,01	88,68±2,52	87,87±2,41	89,77±2,36	88,49±3,01	86,28±2,15
20 месяцев									
Высота в крестце	132,65±2,25	130,54±3,06	129,61±2,47	129,12±3,58	128,78±3,06	127,45±2,67	130,07±2,51*	129,41±2,78	125,87±3,48*
Обхват груди за лопатками	201,14±5,36	199,35±5,47	197,76±4,87	196,45±4,98	195,74±5,19	193,35±4,77	198,65±4,63	197,61±4,74	196,75±4,43
Ширина груди за лопатками	51,23±2,27	50,46±2,47	48,67±2,34	50,42±2,46	49,64±2,56	47,98±2,67	49,62±2,45	48,74±3,02	47,17±1,99
Глубина груди	77,54±2,08	76,74±2,83	74,61±1,96	76,67±3,02	75,71±2,82	72,63±2,67	76,57±1,76*	75,87±1,87	74,36±2,67*
Косая длина туловища	147,46±6,74	145,27±6,55	144,03±5,78	145,67±5,67	144,83±5,48	143,34±5,87	146,06±4,99	144,72±3,58	143,27±4,37
Обхват пясти	24,05±0,45	23,54±0,37	23,09±0,38	23,84±0,61	23,23±0,47	22,37±0,37	23,66±0,48	23,21±0,49	22,88±0,67
Полуобхват зада	129,47±5,65	128,69±5,17	126,72±5,83	126,27±6,72	125,72±5,73	122,96±5,72	127,23±6,18	126,06±5,45	124,74±5,58

* – P<0,05

Таблица 61 – Индексы телосложения, %

Индексы телосложения	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
	CC (n=46)	*CT (n=53)*	*TT (n=21)*	*CC (n=41)*	*CT (n=47)*	*TT (n=32)*	*CC (n=75)*	*CT (n=30)*	*TT (n=15)*
8 месяцев									
Грудной	63,81	63,34	62,87	63,65	63,14	62,92	63,61*	63,32	62,99*
Сбитости	124,36	123,47	122,88	123,17	122,78	122,06	122,91	122,64	121,68
Костистости	16,75	16,56	16,43	16,71	16,34	16,09	16,51	16,12	15,89
Массивности	136,17	135,65	133,27	135,15	134,72	133,31	134,37	133,01	132,68
Мясности	82,18	81,87*	80,46	80,69	79,99*	78,76	80,02	79,65*	78,47
20 месяцев									
Грудной	68,35	67,67	66,84	67,84	67,04	66,72	67,68	66,95	65,76
Сбитости	137,68	136,74	135,36	136,21	135,68	134,36	136,25	135,67	134,58
Костистости	18,61	18,53	18,41	17,92	17,87	17,72	18,42	18,93	18,11
Массивности	155,68*	154,23	152,15	154,36*	153,96	152,36	154,25*	153,39	152,42
Мясности	99,86	99,24	98,78	97,68	96,89	95,67	98,06	97,64	96,87

* – P<0,05

3.5.1.4 Влияние гена гормона тиреоглобулина (*TG5*) на интерьерные показатели бычков различных заводских линий

Показатели, связанные с интерьером животного, в том числе гематологические, позволяют оценить активность внутренних процессов в организме животных.

Существует множество исследований, которые подтверждают связь между гематологическими показателями, скоростью роста, развития и продуктивностью животных.

В таблице 62 представлены морфологические показатели крови бычков разных линий в зависимости от их генетического кода.

Таблица 62 –Общие показатели крови бычков различных линий

Показатель	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
	CC (n=46)	*CT (n=53)*	*TT (n=21)*	*CC (n=41)*	*CT (n=47)*	*TT (n=32)*	*CC (n=75)*	*CT (n=30)*	*TT (n=15)*
8 месяцев									
Эритроциты, 10^{12}/л	7,19 ±0,12	7,24 ±0,23	7,22 ±0,25	7,22 ±0,16	7,23 ±0,31	7,20 ±0,24	7,22 ±0,21	7,24 ±0,24	7,19 ±0,30
Лейкоциты, 10^9 /л	7,13 ±0,21	7,14 ±0,23	7,21 ±0,11	7,13 ±0,22	7,14 ±0,13	7,21 ±0,32	7,13 ±0,24	7,12 ±0,13	7,12 ±0,30
Гемоглобин, г/л	121,34 ±4,55	121,42 ±5,75	119,41 ±4,72	121,33 ±5,70	121,51 ±5,56	120,74 ±4,37	122,40 ±4,42	120,42 ±4,41	118,88 ±5,68
20 месяцев									
Эритроциты, 10^{12}/л	5,72 ±0,31	5,75 ±0,33	5,71 ±0,32	5,80 ±0,44	5,86 ±0,50	5,71 ±0,37	5,82 ±0,42	5,85 ±0,18	5,83 ±0,29
Лейкоциты, 10^9 /л	5,23 ±0,40	5,21 ±0,34	5,24 ±0,32	5,25 ±0,37	5,14 ±0,42	5,19 ±0,41	5,21 ±0,27	5,22 ±0,36	5,23 ±0,37
Гемоглобин, г/л	115,58 ±4,23	114,51 ±3,23	115,74 ±4,75	115,71 ±4,56	114,56 ±5,56	115,74 ±4,26	115,51 ±4,63	113,52 ±3,89	115,61 ±4,26

Как следует из данных в таблице 62, общие показатели крови у животных находятся в пределах нормы.

В ходе исследования не было обнаружено значительных расхождений между изучаемыми параметрами. Тем не менее, у бычков с генотипом $TG5^{CT}$ в возрасте восьми месяцев наблюдалось незначительное повышение уровня эритроцитов и гемоглобина, в то время как у особей с генотипом $TG5^{TT}$ было отмечено увеличение количества лейкоцитов.

В возрасте 20 месяцев у телят с генотипом $TG5^{TT}$ было зафиксировано некоторое повышение уровня гемоглобина, а у телят с генотипом $TG5^{CC}$ — увеличение количества эритроцитов.

В таблице 63 представлен состав белковых компонентов в сыворотке крови бычков, в зависимости от возраста.

Таблица 63 – Исследование сыворотки крови бычков различных линий

Показатель	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
	CC (n=46)	*CT (n=53)*	*TT (n=21)*	*CC (n=41)*	*CT (n=47)*	*TT (n=32)*	*CC (n=75)*	*CT (n=30)*	*TT (n=15)*
8 месяцев									
Общий белок, г/л	69,35 ±2,45	68,43 ±2,64	67,56 ±2,71	68,44 ±2,43	66,65 ±3,56	65,15 ±2,39	68,32 ±2,36	67,23 ±2,46	66,45 ±3,64
альбумины	45,09 ±1,63	44,84 ±2,12	43,67 ±1,56	45,11 ±2,31	44,67 ±1,77	44,12 ±1,69	44,23 ±1,57	43,57 ±1,45	42,92 ±2,31
α-глобулины	15,24 ±1,15	14,87 ±0,97	13,69 ±1,24	15,08 ±1,21	14,45 ±2,08	13,79 ±0,98	14,67 ±1,68	13,92 ±1,55	13,51 ±0,99
β-глобулины	14,32 ±1,92	14,33 ±1,88	14,31 ±1,96	14,42 ±1,72	14,39 ±1,78	14,34 ±1,67	14,44 ±0,99	14,36 ±1,62	14,30 ±1,52
γ-глобулины	28,31 ±1,13	28,01 ±1,23	27,87 ±1,01	27,55 ±1,28	27,12 ±1,12	26,89 ±1,14	27,13 ±1,20	26,78 ±1,22	26,16 ±0,99
Белковый коэффициент	0,80	0,79	0,77	0,79	0,78	0,77	0,78	0,77	0,76
20 месяцев									
Общий белок, г/л	77,70 ±2,26	76,79 ±2,16	77,38 ±2,19	78,38 ±2,34	77,30 ±2,14	77,34 ±3,01	78,38 ±2,56	77,38 ±1,99	76,79 ±2,34
альбумины	46,66 ±1,56	46,46 ±1,37	45,75 ±1,44	46,70 ±2,03	45,86 ±1,73	46,34 ±1,38	46,66 ±1,42	46,46 ±1,48	45,75 ±1,86
α-глобулины	15,81 ±1,25	15,81 ±1,29	15,52 ±1,36	17,32 ±1,20	15,50 ±1,45	15,56 ±1,37	17,52 ±1,29	17,32 ±1,41	15,50 ±1,34
β-глобулины	15,30 ±1,45	15,02 ±1,37	15,23 ±1,29	15,10 ±1,42	15,42 ±1,33	15,35 ±1,40	16,43 ±1,31	15,40 ±1,28	15,10 ±1,47
γ-глобулины	26,92 ±1,87	27,22 ±1,68	26,88 ±1,60	27,72 ±2,04	27,12 ±1,87	26,68 ±1,90	27,72 ±2,01	27,12 ±1,64	26,68 ±1,77
Белковый коэффициент	0,83	0,82	0,79	0,80	0,79	0,78	0,80	0,78	0,77

Согласно данным, представленным в таблице 63, все показатели находятся в пределах нормы. Не было обнаружено значительных различий между представителями разных линий, но в результате длительного эксперимента были выявлены некоторые возрастные особенности.

Например, у бычков линии Пирата 6626 с генотипом $TG5^{CC}$ с возрастом общий уровень белка в сыворотке крови увеличился на 14,72%, а у гетерозиготных бычков этой же линии — на 15,1%.

У бычков всех трёх линий в период завершения откорма наблюдается тенденция к увеличению белкового коэффициента. При первом исследовании этот показатель варьировался от 0,76 до 0,80, а при повторном исследовании его значения были в диапазоне от 0,78 до 0,83.

В результате исследований установлено, что наиболее высокие показатели у всех линий с генотипом $TG5^{CC}$ наблюдаются как в возрасте восьми месяцев, так и в возрасте двадцати месяцев. Наименьшие показатели у бычков с генотипом $TG5^{TT}$.

На основе вышеизложенного, не было обнаружено воздействия полиморфизма гена гормона тиреоглобулина на морфологические и белковые характеристики крови исследуемого молодняка крупного рогатого скота.

3.5.2 Полиморфизм гена тиреоглобулина (TG5) и его влияние на формирование мясных качеств в тушах различных заводских линий

3.5.2.1 Влияние гена гормона тиреоглобулина (*TG5*) на послеубойные показатели туш различных заводских линий

В научных исследованиях активно изучается связь между геном гормона тиреоглобулина и продуктивностью мясного крупного рогатого скота. Сбалансированное развитие мышечной и соединительной тканей, а также скелета, вместе с правильным распределением жировой ткани в организме животного, способствует достижению оптимального соотношения этих элементов в туше. Это, в свою очередь, позволяет получать продукцию высокого качества, что является важным показателем продуктивности мясного скота.

После убоя животных было замечено, что тазобедренная область отличалась шириной и плавными линиями, с заметно развитыми мышцами бедра в районе коленного сустава. Спина была мощной и широкой, с поясницей, на которой не просматривались остистые отростки позвонков. Лопатки и грудная клетка имели округлую и упругую форму, без явного перехвата за лопатками. Лопаточная кость не выделялась среди мышц, образующих плотный слой.

В таблицах 64–65 представлены данные о характеристиках туш бычков, а также сведения о морфологическом составе туш принадлежащих к разным линиям, в зависимости от их генотипа по гену *TG5*.

Анализ морфологического состава туш даёт возможность оценить качество мяса, основываясь на процентном соотношении мякоти, жира, костей и сухожилий, также благодаря этим данным возможно провести расчет коэффициента мясности, который показывает степень развития мясных тканей. Чем выше этот коэффициент, тем более качественными считаются туши.

Таблица 64 – Послеубойные показатели туш бычков исследуемых линий по гену гормона тиреоглобулина

Показатель	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
	CC (n=46)	*CT (n=53)*	*TT (n=21)*	*CC (n=41)*	*CT (n=47)*	*TT (n=32)*	*CC (n=75)*	*CT (n=30)*	*TT (n=15)*
Предубойная живая масса, кг	488,88 ±12,12*	485,41 ±11,73	484,11 ±10,07*	480,46 ±13,18*	478,67 ±12,40	474,36 ±11,67*	475,24 ±11,78*	472,07 ±14,57	469,98 ±12,38*
Масса парной туши, кг	284,04 ±10,18	280,08 ±10,02	278,36 ±9,87	279,15 ±10,27	276,67 ±9,87	273,23 ±10,36	271,84 ±10,87	269,08 ±11,58	266,01 ±12,54
Выход туши, %	58,1±0,3	57,7±0,4	57,5±0,5	58,1±0,6	57,8±0,2	57,6±0,3	57,2±0,5	57,0±0,7	56,6±0,5
Масса внутреннего жира-сырца, кг	12,01±1,12	12,16±1,23	12,50±1,36	12,17±1,25	12,64±1,76	13,33±2,18	12,53±1,36	12,97±2,03	13,43±2,45
Выход жира, %	4,23±0,81	4,34±1,13	4,49±1,24	4,36±0,92	4,57±1,23	4,88±1,34	4,61±0,88	4,82±1,02	5,05±1,56
Убойная масса, кг	308,48 ±11,24	304,35 ±11,46	302,57 ±11,75	298,37 ±10,73	294,38 ±11,38	290,78 ±12,1	290,85 ±11,45	284,66 ±12,45	280,58 ±10,89
Убойный выход, %	63,1±0,2	62,7±0,4	62,5±0,3	62,1±0,2	61,5±0,5	61,3±0,4	61,2±0,3	60,3±0,4	59,7±0,6
Толщина подкожного жира, см	1,71±0,09	1,82±0,11	1,94±0,14	2,05±0,39	2,22±0,43	2,74±0,55	2,37±0,48	2,56±0,58	2,88±0,57
Площадь мышечногоглазка, $см^2$	84,13±0,53	83,65±0,61	82,86±0,43	83,22±0,74	82,51±0,62	81,87±0,74	83,2±0,57*	82,47±0,73	81,6±0,87*

* – P<0,05

Таблица 65 – Морфологический состав туш бычков калмыцкой породы в зависимости от генотипа по гену тиреоглобулина

Показатель	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
Генотип	*CC (n=46)*	*CT (n=53)*	*TT (n=21)*	*CC (n=41)*	*CT (n=47)*	*TT (n=32)*	*CC (n=75)*	*CT (n=30)*	*TT (n=15)*
Масса туши, кг	488,88 ±12,12*	485,41 ±11,73	484,11 ±10,07*	480,46 ±13,18*	478,67 ±12,40	474,36 ±11,67*	475,24 ±11,78*	472,07 ±14,57	469,98 ±12,38*
в т.ч: мякоть, кг	338,84 ±10,56	334,79 ±10,26	332,39 ±11,47	330,65 ±9,52	327,46 ±10,57	323,32 ±9,34	323,64 ±11,64**	320,21 ±10,78	316,30 ±10,56**
%	69,31±1,22	68,97±1,25	68,66±1,23	68,82±1,29	68,41±1,34	68,16±1,20	68,10±1,42	67,83±1,47	67,30±1,43
Жир, кг	38,57±5,25	39,42±5,48	40,52±5,25	39,45±6,12	40,02±6,56	40,18±6,78	40,21±6,23	40,17±6,78	41,69±6,68
%	7,89±0,56	8,12±0,59	8,37±0,57	8,21±0,63	8,36±0,68	8,47±0,64	8,46±0,66	8,51±0,64	8,87±0,69
Кости, кг	91,47±6,45	90,92±6,36	90,77±6,78	90,13±6,25	90,37±6,56	89,75±6,81	90,87±6,73	90,68±6,89	90,42±6,45
%	18,71±0,86	18,73±0,88	18,75±0,89	18,76±0,87	18,88±0,91	18,92±0,98	19,12±0,89	19,21±0,96	19,24±1,12
Сухожилия и хрящи, кг	20,01±3,32	20,29±3,45	20,43±3,52	20,23±3,53	20,82±3,59	21,11±3,78	20,53±3,25***	21,01 ±3,47	21,57±5,06***
%	4,09±0,31	4,18±0,33	4,22±0,35	4,21±0,34	4,35±0,37	4,45±0,33	4,32±0,38	4,45±0,37	4,59±0,41
Коэффициент мясности	3,39±0,02	3,36±0,03	3,35±0,04	3,35±0,04	3,30±0,04	3,28±0,05	3,27±0,05	3,23±0,08	3,20±0,07

*P<0,05 **P<0,01, ***P<0,001

На основании информации, представленной в таблице 64, можно достоверно сделать вывод, что бычки, принадлежащие к различным заводским линиям калмыцкого скота и имеющие гомозиготный генотип варианта *C*, демонстрируют более высокие результаты по ряду параметров по сравнению с бычками, имеющими гомозиготный вариант *T*.

Представители линии Пирата 6626 с генотипом $TG5^{CC}$ превосходят на 2,32% по выходумякоти, чем их собратья с гомозиготным типом *T* и уступают по показателю массы сухожилий и хрящей на 5,07%, что экономически выгоднее в мясном скотоводстве.

Исследования продемонстрировали, что размер мышечного глазка связан с весом туши, и это является ключевым показателем продуктивности мясного скота, а анализ морфологического состава туш, проведённый по указанным параметрам, показал, что эти характеристики сильно зависят от генетического типа по гену гормона тиреоглобулина.

Стоит подчеркнуть, что содержание мяса в тушах, которые были исследованы, сильно отличается в зависимости от генетического кода, так наибольшие показатели были зафиксированы у особей с набором генов *CC* по гену гормона тиреоглобулина. У них коэффициент мясности составил 3,39, 3,35 и 3,27 для разных линий (см. Таблицу 65).

В целом, у бычков всех генотипов по гену гормона тиреоглобулина высокий уровень содержания мяса. Это говорит о том, что животные обладают отличными мясными качествами, а селекция направлена на совершенствование мясных качеств калмыцкого скота.

В ходе проведенных исследований мы установили, что уровень мякоти в туше значительно зависит от генотипа животного по гену *TG5*. Это открытие имеет важное значение как для научной, так и для практической деятельности.

Результаты исследования открывают новые перспективы в области селекции. Они позволяют более точно выбирать особей с нужными

характеристиками. Ген *TG5*, который отвечает за регуляцию обмена веществ, может стать ориентиром для улучшения желаемых качеств животных.

Результаты нашего исследования могут стать отправной точкой для дальнейших генетических изысканий, направленных на изучение других аспектов, влияющих на качество мяса. В будущем это позволит создавать более стабильные и продуктивные линии, что особенно актуально в условиях растущего мирового спроса на мясную продукцию. Практическое применение этих знаний позволит оптимизировать рацион и условия содержания, сосредоточив усилия на получении животных с высоким содержанием мяса.

Таким образом, наши выводы подчеркивают важность интеграции генетических исследований в сферу животноводства для обеспечения устойчивого развития этой области.

3.5.2.2 Влияние гена гормона тиреоглобулина (*TG5*) на органолептические показатели мясной продукции

Исследования показывают, что мясо, полученное из различных частей туши, имеет различную пищевую ценность, вкусовые характеристики и степень усвояемости. Качество туши напрямую зависит от состава её частей и отрубов. Анализ процентного содержания различных частей туши является важным способом оценки её качества.

Проведенные исследования не показали значимой разницы в составе естественно-анатомических частей туши. В тушах заводских линий крупного рогатого скота калмыцкой породы высокий процент приходится на плечелопаточную (19,18%–19,38%), спинно-рёберную (25,87–26,23%) и тазобедренную части (33,91–34,13%). Эти результаты важны для понимания и оценки качества мяса, а также для оптимизации использования различных частей туши.

Важнейший критерий, определяющий качество мяса, — его химический состав. Этот состав формируется под влиянием множества факторов, которые воздействуют на организм животного в процессе его роста и развития, где не малую роль играет генетика. Вся совокупность этих факторов также влияет на органолептические свойства мяса или бульона.

К внутренним факторам можно отнести генетические особенности, рацион питания, возраст и пол животного. Генетика определяет предрасположенность к определённым характеристикам, таким как наращивание мышечной массы и накопление жира, что непосредственно влияет на выход мяса и его качество.

Органолептические свойства мяса и бульона можно оценить по таблице 66. В таблице 67 представлены результаты исследования химического состава длиннейшей мышцы спины у бычков, принадлежащих к различным заводским линиям.

Таблица 66 – Результаты органолептических исследований

Показатель	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
Генотип	*CC (n=46)*	*CT (n=53)*	*TT (n=21)*	*CC (n=41)*	*CT (n=47)*	*TT (n=32)*	*CC (n=75)*	*CT (n=30)*	*TT (n=15)*
Мясо									
Внешний вид	8,39±0,32	8,36±0,22	8,36±0,20	8,38±0,22	8,37±0,18	8,33±0,27	8,38±0,22	8,37±0,18	8,33±0,27
Запах	8,63±0,19	8,62±0,38	8,61±0,20	8,60±0,19	8,59±0,18	8,57±0,21	8,61±0,20	8,60±0,19	8,59±0,18
Вкус	8,68±0,20	8,67±0,28	8,65±0,29	8,67±0,28	8,65±0,18	8,64±0,29	8,67±0,28	8,65±0,29	8,64±0,29
Сочность	8,82±0,23	8,80±0,21	8,79±0,30	8,82±0,20	8,81±0,23	8,80±0,28	8,63±0,19	8,62±0,38	8,61±0,20
Общее качество	8,64±0,24	8,63±0,29	8,63±0,22	8,63±0,19	8,62±0,38	8,61±0,20	8,65±0,25	8,64±0,21	8,64±0,28
Мясной бульон									
Внешний вид	8,61±0,20	8,60±0,19	8,59±0,18	8,57±0,21	8,61±0,20	8,60±0,19	8,59±0,18	8,38±0,22	8,37±0,18
Запах (аромат)	8,82±0,20	8,81±0,23	8,80±0,28	8,63±0,19	8,62±0,38	8,61±0,20	8,57±0,21	8,61±0,20	8,60±0,19
Вкус	8,80±0,21	8,79±0,30	8,82±0,20	8,81±0,23	8,80±0,28	8,63±0,19	8,62±0,38	8,61±0,20	8,33±0,27
Наваристость	8,64±0,24	8,63±0,29	8,63±0,22	8,63±0,19	8,62±0,38	8,61±0,20	8,65±0,25	8,64±0,21	8,64±0,28
Общеекачество	8,82±0,23	8,80±0,21	8,64±0,24	8,63±0,29	8,63±0,22	8,63±0,19	8,62±0,38	8,64±0,20	8,65±0,25

Таблица 67 –Оценка химического состава *musculus longissimus* бычков калмыцкой породы различных линий

Показатель	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
Генотип	*CC (n=46)*	*CT (n=53)*	*TT (n=21)*	*CC (n=41)*	*CT (n=47)*	*TT (n=32)*	*CC (n=75)*	*CT (n=30)*	*TT (n=15)*
Общая влага, %	72,88±5,26	71,83±5,65	71,14±5,70	71,87±5,56	70,69±5,58	69,60±5,69	70,77±5,73	69,54±5,57	69,18±5,60
Сухое вещество, %	27,12±4,64	28,17±4,48	28,86±4,53	28,13±4,68	29,31±4,79	30,40±4,94	29,23±4,58*	30,46±5,10	30,82±4,69*
белок	21,89±3,41	22,89±3,43	23,31±3,43	22,54±3,68	23,74±3,58	24,63±3,79	23,54±3,70	24,65±3,81	24,85±3,71
жир	4,21±0,21	4,21±0,26	4,38±0,27	4,32±0,28	4,48±0,40	4,56±0,20	4,43±0,26	4,54±0,35	4,68±0,28
зола	1,02±0,05*	1,07±0,06	1,17±0,07	1,27±0,08*	1,09±0,09	1,21±0,10	1,26±0,13*	1,27±0,14	1,29±0,22
Фосфор, г/кг	1,22±0,05	1,27±0,13	1,29±0,11	1,31±0,09	1,22±0,13	1,26±0,21	1,29±0,18	1,18±0,19	1,33±0,24

* – P<0,05

В процессе дегустации мясных продуктов мы не обнаружили никаких отличий во внешнем виде, аромате, вкусе, структуре и сочности мяса, которые могли бы быть связаны с генетическим разнообразием.

Согласно проведенного анализа данных таблицы 66, в целом, сырье было отличного качества, и его оценка колебалась от 8,33 до 8,82 балла. Органолептические свойства мясного бульона также были на высоком уровне, а общая оценка составила от 8,62 до 8,82 балла.

В процессе изучения химического состава длиннейшей мышцы спины в таблице 67 было обнаружено, что ген гормона тиреоглобулина оказывает воздействие на общее количество сухого вещества. Это воздействие прослеживается у всех исследуемых линий, в зависимости от их генотипа от $TG5^{CC}$ к $TG5^{CT}$ и от $TG5^{CT}$ к $TG5^{TT}$.

В частности, у особей, принадлежащих к линии Пирата 6626, содержание жира в генотипах $TG5^{TT}$ и $TG5^{CC}$ различается достоверно на 4,19%. В других линиях разница была менее значительной, но тенденция к преобладанию гомозиготного варианта Т над вариантом С сохраняется.

Жир — это важная составляющая мяса, которая значительно повышает его питательность и калорийность. Благодаря жиру мясо становится более нежным и сочным, а также приобретает более насыщенный вкус.

В мясе можно заметить жировые отложения, которые располагаются между мышечными волокнами туши. Количество и скорость образования жира у животных зависят от условий их содержания и кормления. Однако генетические особенности также играют роль в этом процессе. Генетические факторы определяют, как быстро и эффективно организм животного будет перерабатывать белки, жиры и углеводы.

В ходе исследования было выявлено, что наибольшее различие в количестве жира наблюдается в мясном фарше, приготовленном из мяса бычков линии Пирата 6626. В этом фарше содержание жира было на 5,64% выше, чем в фарше из мяса бычков с генотипом $TG5^{CC}$.

Качество мяса определяется по содержанию белка. Этот показатель рассчитывается как соотношение количества триптофана к количеству оксипролина. Соотношение этих веществ является показателем качества мяса с точки зрения содержания в нём полноценного белка. Внешние факторы, определяют это соотношение. Также важно учитывать рацион животных. Сбалансированное кормление способствует развитию мышечной ткани и снижению содержания жира в мясе.

С возрастом и увеличением массы тела животного, как правило, возрастает содержание высококачественных белков в его мясе. В таблице 68 представлены результаты сравнительного анализа качества белков и энергетической ценности мяса бычков разных генотипов.

Таблица 68 – Биологическая и энергетическая ценностьмяса бычков в зависимости от генотипа

Показатель	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
Генотип	*CC (n=46)*	*CT (n=53)*	*TT (n=21)*	*CC (n=41)*	*CT (n=47)*	*TT (n=32)*	*CC (n=75)*	*CT (n=30)*	*TT (n=15)*
Длиннейшая мышца спины									
Оксипоролин, мг/%	51,48±2,79	51,56±3,32	51,29±3,16	51,69±2,46	50,80±2,56	49,69±2,24	51,57±2,46	50,42±2,42	49,96±2,81
Триптофан, мг/%	385,13±29,31	381,63±18,63	378,13±25,31	381,63±24,93	374,93±28,02	369,43±21,34	380,63±17,15	379,53±26,44	371,93±27,66
Белково-качественный показатель	7,48±0,23	7,40±0,25	7,37±0,29	7,38±0,21	7,38±0,24	7,43±0,25	7,38±0,20	7,53±0,25	7,44±0,31
Энергетическая ценность, ККал	147,10±5,11	145,08±4,65	142,69±5,65	144,07±7,58	139,20±9,01	137,37±6,32	144,90±8,43	140,07±8,62	136,68±6,04
Общая проба мяса-фарша									
Энергетическая ценность, ККал	214,90±5,01	211,88±6,28	210,00±5,95	209,90±6,77	206,35±6,24	203,15±7,24	210,70±5,76	207,20±7,21	204,41±7,45

В процессе анализа данных, представленных в таблице 68, было установлено, что содержание триптофана снижается в зависимости от генотипа животного в следующем порядке: от $TG5^{CC}$ к $TG5^{CT}$ и от $TG5^{CT}$ к $TG5^{TT}$.

У всех животных, которые являются гомозиготными по варианту А, уровень триптофана выше в среднем на 4,02%. Наибольшее значение было зафиксировано у бычков линии Дуплета 825 и составило 385,13 мг/%.

Была обнаружена взаимосвязь между содержанием триптофана и белково-качественным показателем, что, в свою очередь, положительно сказывается на питательной ценности мяса.

Калорийность мяса длиннейшей мышцы спины у линии Пирата 6626 составляет от 136,68 до 144,90 ккал в зависимости от генотипа. А самая высокая энергетическая ценность была зафиксирована в пробах мяса-фарша, полученных от бычков линии Дуплета 825. Здесь показатели колебались от 210,00 до 214,90 ккал.

Энергетическая ценность мяса длиннейшей мышцы спины и мяса-фарша увеличивается в зависимости от генотипа по направлению: $TG5^{TT} \rightarrow TG5^{CT} \rightarrow TG5^{CC}$. во всех заводских линиях калмыцкой породы.

Результаты исследования демонстрируют, что определённое изменение в однонуклеотидном полиморфизме (SNP) гена *TG5* у молодых бычков из исследуемых линий имеет тесную связь с такими показателями, как итоговая живая масса в конце откорма, суточный прирост, предубойная масса, вес туши после обработки, процент выхода мякоти, содержание внутримышечного жира в длиннейшей мышце спины и общее содержание жира в мясной продукции.

3.5.3 Полиморфизм генатиреоглобулина (*TG5*) и его влияние на конверсию питательных веществ

Эффективность использования корма — это один из ключевых индикаторов, который оказывает значительное воздействие на результативность животноводства. Большая часть расходов на производство продукции связана с затратами на корма. Чем лучше организм животного усваивает питательные вещества и чем больше его прирост, тем больше продукции можно получить из корма.

В таблице 69 показаны результаты исследования того, как протеин и энергия корма конверсируют в мясо.

Таблица 69 – Конверсия протеина и энергии корма, %

	Заводская линия								
	Дуплета 825			Моряка 12054			Пирата 6626		
Генотип	*CC (n=46)*	*CT (n=53)*	*TT (n=21)*	*CC (n=41)*	*CT (n=47)*	*TT (n=32)*	*CC (n=75)*	*CT (n=30)*	*TT (n=15)*
Конверсия протеина корма	9,17	9,11	8,97	8,92	8,83	8,73	8,95	8,9	8,78
Конверсия энергии корма	6,83	6,82	6,77	6,8	6,75	6,68	6,76	6,64	6,63

Анализ данных таблицы 69 показывает, что у животных исследуемых линий с генотипом $TG5^{CC}$ коэффициент конверсии протеина корма очень высок.

В ходе проведенных исследований установлено, что у бычков с генотипом $TG5^{CC}$ эффективность преобразования энергии кормов на 0,89% выше, чем у гомозиготных особей с альтернативным аллелем. Это свидетельствует о том, что бычки с генотипом $TG5^{CC}$ более эффективно используют как белок, так и энергию из корма.

Исследования в этой сфере убедительно показывают, что если рацион и условия содержания животных будут оптимизированы с учётом их генетических особенностей, то это существенно улучшит качество мяса.

Использование генетического анализа, в частности, изучение вариаций гена гормона тиреоглобулина, может стать мощным инструментом для селекции животных с нужными характеристиками. Это не только повысит экономическую эффективность мясного производства, но и улучшит качество конечного продукта, что крайне важно для удовлетворения потребностей покупателей.

Таким образом, результаты наших исследований открывают новые возможности для дальнейших научных исследований и практического применения генетической селекции в сельском хозяйстве.

3.6 Влияние различных генотипов на экономическую эффективность использования крупного рогатого скота калмыцкой породы для производства говядины

3.6.1 Оценка экономической эффективности использования крупного рогатого скота калмыцкой породы по гену гормона роста

Оценка экономической эффективности содержания и выращивания бычков различных генотипов, проведенная с использованием ДНК-маркеров мясной продуктивности, была выполнена методом расчета затрат.

Применение генетического тестирования с использованием ДНК-маркеров позволило более точно отбирать бычков с наилучшими показателями мясной продуктивности. Это, в свою очередь, способствовало увеличению рентабельности, так как отбор лучших особей для откорма обеспечил более высокие темпы роста и улучшенные характеристики мяса.

Внедрение современных кормовых рационов, основанных на научных данных, также сыграло ключевую роль в повышении экономической эффективности. Использование сбалансированных кормов и добавок, которые способствуют оптимальному усвоению питательных веществ, дало возможность не только снизить затраты на кормление, но и повысить общий выход продукции, а использованиеособенностей технологии выращивания крупного рогатого скота калмыцкой породы на начальном этапе, в рамках системы «корова-теленок» позволяет закрепить полученный результат.

Кроме того, системы мониторинга здоровья и продуктивности животных, основанные на современных информационных технологиях, позволили оперативно реагировать на изменения в состоянии стада. Это предотвратило потери, связанные с заболеваниями и снижением продуктивности, что также положительно сказалось на экономических показателях.

Таким образом, комплексный подход, включающий генетический отбор, ресурсосберегающие технологии и современные методы управления, обеспечил высокую экономическую эффективность в мясном скотоводстве, что открывает перспективы для дальнейшего развития отрасли и увеличения её конкурентоспособности на рынке.

В таблицах 70-72 представлены итоги анализа экономической эффективности производства говядины, полученной от бычков с различными генетическими характеристиками, связанными с геном, отвечающим за выработку гормона роста.

Таблица 70 – Оценка экономической эффективности производства говядины, полученной от бычков линии Дуплета 825 различных генотипов по генугормона роста

Показатель	Линия Дуплета 825		
	LL (n=57)	*LV (n=48)*	*VV (n=15)*
Масса туши, кг	286,55±5,37	278,47±6,18	277,10±5,49
Себестоимость, руб.	133,78	133,78	133,78
Общие затраты на производство мяса, руб	47370	47370	47370
Цена говядины в закупке, руб.	430,0	430,0	430,0
Реализация мясной продукции, руб.	123216,5	119742,1	119153
Чистая прибыль, руб.	75846,5	72372,1	71783
Рентабельность, %	61,5	60,4	60,2

Экономический анализ производства говядины в таблице 70, полученной от бычков разных генотипов, показал, что выращивание бычков генотипа GH^{LL} является более рентабельным. В частности, у бычков линии Дуплета 825 рентабельность составила 61,5%.

Таблица 71 – Оценка экономической эффективности производства говядины, полученной от бычков линии Моряка 12054 различных генотипов по гену гормона роста

Показатель	Линия Моряка 12054		
	LL (n=58)	*LV (n=52)*	*VV (n=10)*
Масса туши, кг	276,12±5,23	276,14±7,45	269,42±8,36
Себестоимость, руб.	133,78	133,78	133,78
Общие затраты на производство мяса, руб	47370	47370	47370
Цена говядины в закупке, руб.	430,0	430,0	430,0
Реализация мясной продукции, руб.	118731,6	118740,2	115850,6
Чистая прибыль, руб.	71361,6	71370,2	68480,6
Рентабельность, %	60,1	60,1	59,1

Из таблицы 71 следует, что уровень рентабельности говядины, полученной от бычков линии Моряка 12054 с разными генотипами по гену *GH*, составляет 60,1%. Этот показатель остаётся неизменным как в случае гомозиготного варианта по первому типу, так и в случае гетерозиготного варианта.

Таблица 72 – Оценка экономической эффективности производства говядины, полученной от бычков линии Пирата 6626 различных генотипов по гену гормона роста

Показатель	Линия Пирата 6626		
	LL (n=43)	*LV (n=53)*	*VV (n=24)*
Масса туши, кг	269,36±7,36	266,58±4,24	261,62±9,89
Себестоимость, руб.	133,78	133,78	133,78
Общие затраты на производство мяса, руб	47370	47370	47370
Цена говядины в закупке, руб.	430,0	430,0	430,0
Реализация мясной продукции, руб.	115824,8	114629,4	112496,6
Чистая прибыль, руб.	68454,8	67259,4	65126,6
Рентабельность, %	59,1	58,6	57,8

Рентабельность производства говядины, полученной от бычков линии Пирата 6626 разных генотипов по гену *GH*, значительно ниже, чем у

исследуемых заводских линий (см. Таблицу 72). Она составляет 59,1% в своём максимальном состоянии — гомозиготном по первому варианту GH^{LL}.

При одинаковых затратах на производство мяса уровень рентабельности выше у бычков генотипа GH^{LL} во всех исследуемых заводских линиях калмыцкой породы скота.

3.6.2 Оценка экономической эффективности использования крупного рогатого скота калмыцкой породы по гену лептина

Лептин — это гормон, который вырабатывается в жировой ткани и регулирует энергетический обмен, работу нервной и эндокринной систем, а также метаболизм в организме. Он играет важную роль в формировании продуктивных качеств у крупного рогатого скота.

В таблицах 73–75 изложены результаты анализа экономической целесообразности производства говядины, которую получили от бычков с различными вариантами гена, отвечающего за гормон лептин.

Таблица 73 – Оценка экономической эффективности производства говядины, полученной от бычков линии Дуплета 825 различных генотипов по гену гормона лептина

Показатель	Линия Дуплета 825		
	AA (n=36)	*AB (n=61)*	*BB (n=23)*
Масса туши, кг	280,34±5,78	279,34±5,33	276,99±5,47
Себестоимость, руб.	133,78	133,78	133,78
Общие затраты на производство мяса, руб	47370	47370	47370
Цена говядины в закупке, руб.	430,0	430,0	430,0
Реализация мясной продукции, руб.	120546,20	120116,20	119105,70
Чистая прибыль, руб.	73176,20	72746,20	71735,70
Рентабельность, %	54,48	53,57	51,44

Экономический анализ производства говядины в такблице 73, полученной от бычков разных генотипов, показал, что выращивание бычков генотипа LEP^{AA} является более рентабельным. В частности, у бычков линии Дуплета 825 рентабельность составила 54,48%.

Таблица 74 – Оценка экономической эффективности производства говядины, полученной от бычков линии Моряка 12054 различных генотипов по гену гормона лептина

Показатель	Линия Моряка 12054		
	LL (n=58)	*LV (n=52)*	*VV (n=10)*
Масса туши, кг	276,12±5,23	276,14±7,45	269,42±8,36
Себестоимость, руб.	133,78	133,78	133,78
Общие затраты на производство мяса, руб	47370	47370	47370
Цена говядины в закупке, руб.	430,0	430,0	430,0
Реализация мясной продукции, руб.	118731,60	118740,20	115850,60
Чистая прибыль, руб.	71361,60	71370,20	68480,60
Рентабельность, %	50,65	50,67	44,57

Согласно информации, представленной в таблице 74, средний уровень рентабельности мяса, полученного от бычков линии Моряка 12054 с различными генотипами по гену LEP, составляет 48,62%. Этот показатель демонстрирует стабильность как в случае гомозиготного варианта первого типа, так и при гетерозиготном состоянии.

Таблица 75 – Оценка экономической эффективности производства говядины, полученной от бычков линии Пирата 6626 различных генотипов по гену гормона лептина

Показатель	Линия Пирата 6626		
	LL (n=43)	*LV (n=53)*	*VV (n=24)*
Масса туши, кг	268,57±5,98	266,75±5,37	265,77±5,60
Себестоимость, руб.	133,78	133,78	133,78
Общие затраты на производство мяса, руб	47370	47370	47370
Цена говядины в закупке, руб.	430,0	430,0	430,0
Реализация мясной продукции, руб.	115485,10	114702,50	114281,10
Чистая прибыль, руб.	68115,10	67332,50	66911,10
Рентабельность, %	43,79	42,14	41,25

Анализ эффективности производства говядины в таблице 75, полученной от бычковпоказал, что принадлежащих к линии Пирата 6626 с различными генотипами по гену *LEP*, существенно ниже, чем у заводских

линий, которые были взяты для сравнения. В своём максимальном состоянии, когда генотип является гомозиготным по первому аллелю, рентабельность достигает 43,79%.

При одинаковых расходах на производство мяса бычки с генотипом LEP^{AA} демонстрируют более высокую рентабельность во всех исследуемых заводских линиях калмыцкой породы скота по гену лептина.

3.6.3 Оценка экономической эффективности использования крупного рогатого скота калмыцкой породы по гену гормона тиреоглобулина

Вещества, которые образуются из тиреоглобулина, стимулируют различные процессы, связанные с метаболизмом жиров. В частности, они способствуют высвобождению жиров из жировых отложений, что приводит к уменьшению их количества в этих тканях. Это, в свою очередь, увеличивает концентрацию свободных жирных кислот в крови и ускоряет их окисление на уровне клеток.

В таблицах 76–78 можно оценить результаты исследования, посвященного экономической обоснованности производства говядины, полученной от бычков с различными вариантами гена гормона тиреоглобулина.

Таблица 76 – Оценка экономической эффективности производства говядины, полученной от бычков линии Дуплета 825 различных генотипов по гену гормона тиреоглобулина

Показатель	Линия Дуплета 825		
	CC (n=46)	*CT (n=53)*	*TT (n=21)*
Масса туши, кг	284,04±10,18	280,08±10,02	278,36±9,87
Себестоимость, руб.	133,78	133,78	133,78
Общие затраты на производство мяса, руб	47370	47370	47370
Цена говядины в закупке, руб.	430,0	430,0	430,0
Реализация мясной продукции, руб.	122137,20	120434,40	119694,80
Чистая прибыль, руб.	74767,20	73064,40	72324,80
Рентабельность, %	57,84	54,24	52,68

Исследование экономической эффективности производства говядины в таблице 76, полученной от бычков различных генотипов, выявило, что выращивание бычков с генотипом $TG5^{CC}$ является наиболее прибыльным. В частности, рентабельность производства говядины от бычков линии Дуплета 825 составила 57,84%.

Таблица 77 – Оценка экономической эффективности производства говядины, полученной от бычков линии Моряка 12054 различных генотипов по гену гормона тиреоглобулина

Показатель	Линия Моряка 12054		
	CC (n=41)	*CT (n=47)*	*TT (n=32)*
Масса туши, кг	279,15±10,27	276,67±9,87	273,23±10,36
Себестоимость, руб.	133,78	133,78	133,78
Общие затраты на производство мяса, руб	47370	47370	47370
Цена говядины в закупке, руб.	430,0	430,0	430,0
Реализация мясной продукции, руб.	120034,50	118968,10	117488,90
Чистая прибыль, руб.	72664,50	71598,10	70118,90
Рентабельность, %	53,40	51,15	48,02

В соответствии с информацией из таблицы 77, средняя прибыльность мяса, полученного от бычков породы Моряк 12054 с разными генотипами по гену TG5, составляет 50,86%, а максимальный уровень (53,40%) был отмечен в гомозиготном генотипе первого аллеля.

Таблица 78 – Оценка экономической эффективности производства говядины, полученной от бычков линии Пирата 6626 различных генотипов по гену гормона тиреоглобулина

Показатель	Линия Пирата 6626		
	CC (n=75)	*CT (n=30)*	*TT (n=15)*
Масса туши, кг	271,84±10,87	269,08±11,58	266,01±12,54
Себестоимость, руб.	133,78	133,78	133,78
Общие затраты на производство мяса, руб	47370	47370	47370
Цена говядины в закупке, руб.	430,0	430,0	430,0
Реализация мясной продукции, руб.	116891,20	115704,40	114384,30
Чистая прибыль, руб.	69521,20	68334,40	67014,30
Рентабельность, %	46,76	44,26	41,47

Экономическая эффекивность производства мяса, происходящих от быков линии Пирата 6626 с различными вариантами гена *TG5* согласно данных таблицы 78, ниже, чем у животных заводских линий, которые были использованы в исследовании. При этом, как и во всех предыдущих

исследованиях, генотип являющийся гомозиготным по первому аллелю, достигает максимальной рентабельности и составляет 46,76%.

При одинаковых затратах на производство мяса бычки с генотипом $TG5^{CC}$ демонстрируют более высокую рентабельность во всех исследуемых заводских линиях калмыцкой породы скота по гену тиреоглобулина.

3.7 Разработка нового способ ранней диагностики племенных качеств крупного рогатого скота калмыцкой породы

Главное достоинство геномной селекции заключается в возможности определить наследование конкретных ценных аллелей в генах практически сразу после рождения. Это позволяет оценить селекционную ценность генотипа животного непосредственно, обходя фенотипическое проявление в период его продуктивного использования. Таким образом, прогнозирование племенной ценности животного становится возможным уже на ранних стадиях развития, что значительно повышает эффективность селекционного отбора. Специалисты в области животноводства всего мира согласны в едином мнении, о том что применениеметодов геномной селекции вносит значительный вклад в формировании новых линий и типов сельскохозяйственных животных.

Прибыль получаемая от одного быка-производителя (голштинской породы) оценивается примерно в 20 000 евро. Это возможно благодаря реализации генетического материала, получаемого от данного животного. Не все производители способны приносить такую прибыль. Лишь один из 50 оцениваемых бычков выбирается для дальнейшего использования в разведении. В настоящее время стоимость геномной оценки составляет около 250 евро, однако возникают сомнения относительно того, как это будет развиваться.

Стоимость геномного исследования при помощи ДНК-технологий с развитием технологий значительно снижается, что делает геномную оценку более привлекательной. Применение геномного скрининга позволяет генотипировать потенциальных матерей и быков-производителей, что приводит к значительному расширению спектра возможностей геномной селекции.

В каждой породе крупного рогатого скота можно наблюдать разнообразие животных, отличающихся продуктивностью, морфологией и

физиологией. Эти различия формируют особые группы, называемые внутрипородными типами.

Разнообразие внутрипородных типов с их уникальными биологическими и хозяйственными характеристиками открывает новые горизонты для улучшения пород и позволяет раскрыть потенциал для повышения продуктивности.

Для увеличения объемов производства в животноводстве необходимо сосредоточиться на интенсификации, основой которой является селекционно-племенная работа. Улучшение существующих пород, а также разработка новых типов и линий мясного скота представляет собой одну из ключевых задач современной селекции.

Чтобы ускорить процесс селекции, помимо традиционных методов, стоит внедрять новые генетические подходы, которые могут значительно повысить эффективность племенной деятельности.

Одним из подобных подходов является геномное селекционное тестирование, которое предоставляет возможность более точно оценить генетический потенциал животных через анализ их ДНК. Этот метод не только ускоряет процесс отбора, но и минимизирует риски, связанные с возможными ошибками в оценке продуктивности на основании фенотипических данных. Использование геномных маркеров позволяет определить животных с наилучшими качествами уже в молодом возрасте, что существенно оптимизирует процедуру селекции.

Кроме того, использование современных технологий, таких как системы мониторинга и автоматизированного учета, позволяет оперативно отслеживать динамику роста, здоровья и продуктивности животных. Такие данные могут быть интегрированы в модели прогнозирования, что способствует более обоснованному управлению стадом и принятию решений.

Не менее важным аспектом является обучение и повышение квалификации специалистов в области селекции и животноводства.

Современные методики требуют глубоких знаний и навыков работы с новыми технологиями, что подчеркивает необходимость подготовки кадров, способных внедрять и адаптировать инновационные подходы в производстве.

В конечном итоге, интеграция генетических исследований, современных технологий и высококвалифицированных специалистов создаст прочную основу для долгосрочного роста продуктивности и экономической эффективности мясного скотоводства. Это позволит не только удовлетворить растущие потребности рынка, но и повысить конкурентоспособность отечественного животноводства на международной арене.

Известен способ отбора крупного рогатого скота по мясной продуктивности (RU 2366170, дата публикации 10.09.2009), заключающийся в процессе определения эритроцитарных антигенов, которые могут указывать на повышенную или пониженную энергию роста у телок симментальской породы. Если в генотипе животного преобладают маркеры, связанные с повышенной энергией роста, то оно отбирается для дальнейшей селекции.

Данный метод имеет ограничение в обнаружении антигенов-маркеров продуктивности у пород скота, выращиваемых для производства молока и молока с мясом, которые не являются индикаторами производства мяса.

Предлагаемый способ основан на определении генотипов по генам *GH*, *TG5* и *LEP*. Генотипы передаются от родителей потомкам как наследственные единицы.

В результате анализа конкретных генотипов и их комплексов можно определить ключевые элементы, определяющие особенности организма, включая их влияние на продуктивные качества. Исследование генотипов дает возможность оценить вклад наследственности от родителей и предков в формирование генотипа потомства. Таким образом, мы изучали их селекционное значение в качестве маркеров генотипа при анализе передачи хозяйственно-полезных характеристик.

Способ заключается в том, что в любом возрасте выявляют генотипы по генам *GH, TG5* и *LEP*. При наличии в генотипе животных маркеров продуктивности высокорослого типа, к которым относится гомозиготный вариант по первому аллелю у всех вышеуказанных генов производят отбор животных.

В момент отбора животных, у которых обнаружены желаемые генетические маркеры используют для дальнейшего разведения, а особей у которых, данные маркеры отсутствуют или имеются в рецессивном состоянии – выбраковывают, направляют на откорм для получения говядины.

Такой подход к отбору не только позволяет улучшить мясные качества скота, но и способствует более эффективному использованию генетического потенциала. Важно отметить, что генетический анализ помогает выявить не только высокопродуктивных животных, но и тех, которые могут передавать свои положительные качества потомству, что особенно важно для долгосрочной селекционной работы.

Внедрение таких технологий дает возможность более точно прогнозировать результаты бонитировки, что, в свою очередь, позволяет снизить риски и затраты, связанные с непредсказуемыми результатами традиционного селекционного процесса.

Кроме того, важно учитывать, что генетический отбор должен сочетаться с оптимизацией кормления, условий содержания и здоровья животных. Только комплексный подход обеспечит максимальную эффективность и устойчивый рост мясного производства. Внедрение современных технологий, таких как геномное тестирование, позволит не только ускорить селекционный процесс, но и сделать его более точным и предсказуемым.

Таким образом, для достижения высоких результатов в мясном скотоводстве необходимо продолжать развивать и внедрять современные генетические методы, которые помогут не только улучшить мясные качества калмыцкой породы, но и обеспечить устойчивое развитие всего

животноводческого сектора в регионе. Система селекции должна быть гибкой и адаптироваться к изменениям в рыночной среде и потребительским предпочтениям, что позволит сохранить конкурентоспособность продукции и повысить экономическую эффективность процессов откорма и выращивания скота.

ВЫВОДЫ:

1. Частота аллеля 238 локуса ETH185 увеличивается от 0,2 – у животных линии Дуплета 825 и Моряка 12054, до 0,6 – у животных линии Пирата 6626.

У животных линии Дуплета 825 и Моряка 12054 наблюдается увеличение частоты аллеля 215 локуса ETH10 и аллеля 264 локуса BM1818, которые составляют 0,2–0,5 и 0,3–0,8, соответственно.

В целом, количество аллелей в микросателитных локусах варьируется от 2 (ILST005) до 8 (TGLA122, BM1818).

В локусе BM 2113 была выявлена аллель 137, которая встречалась исключительно у животных линии Пирата 6626. Это может указывать на недавние события дивергенции или спецификации селекции. Понимание этих генетических различий может способствовать разработке более эффективных стратегий охраны и восстановлению популяций, особенно в условиях активного воздействия человека на экосистемы.

2. У представителей всех линий калмыцкого скота чаще всего встречается генотип GH^{LL}. На втором месте по распространённости — генотип GH^{LV}, а на третьем — генотип GH^{VV}.

Наибольшая частота встречаемости генотипа GH^{LL} была установлена у бычков линии Дуплета 825 — 48%, линии Моряка 12054 — 52%, а также у бычков линии Пирата 6626 – 36%. Эти значения превышали показатели аналогичного генотипа *GH* у второго гомозиготного аллеля на 36%, 44% и 16%, соответственно.

3. При изучении генетического разнообразия животных всех заводских линий был обнаружен высокий уровень присутствия аллеля GH^{L} в гене гормона роста. Его частота встречаемости составила 0,65, 0,76 и 0,64 по сравнению с аллелем GH^{V}, соответственно, 0,35, 0,24 и 0,36.

4. У бычков линии Пирата 6626 наблюдается небольшое преобладание гетерозиготного генотипа GH^{LV} (44,1%) над гомозиготным генотипом GH^{LL}

(43,8%) — разница составляет 0,3%. В то же время у молодняка линии Дуплета 825 преобладал генотип GH^{LL} (47,5%) над генотипом GH^{LV} на 7,5%. У бычков линии Моряка 12054 разница между указанными генотипами составила 5%.

В популяциях всех линий процент особей с генотипом GH^{VV} примерно одинаков. Но именно этот генотип был наиболее распространён среди бычков линии Пирата 6626.

5. Установлена взаимосвязь полиморфизма генов гормона роста (*GH*), лептина (*LEP*) и териоглобулина (*TG5*)с показателями мясной продуктивности. Наибольшее влияние на живую массу бычков линии Дуплета 825 оказывает полиморфизм гена *GH*. В возрасте 12 месяцев его доля составляет 0,28.

У молодняка, принадлежащего к линиям Моряка 12054 и Пирата 6626, максимальное влияние на живую массу полиморфизма гена *GH* отмечено в возрасте 16 месяцев и составляет 0,22 и 0,19, соответственно.

На протяжении всего периода выращивания у бычков линии Дуплета 825 наблюдается наибольшее влияние полиморфизма гена *LEP* на абсолютные приросты живой массы. Кроме того, высокий показатель был отмечен у других линий в возрасте от 8 до 20 месяцев — 0,24.

Также было выявлено значительное воздействие полиморфизма гормона *TG5* на среднесуточные приросты живой массы. У бычков линии Дуплета 825 этот показатель составляет 0,38 за весь период выращивания и 0,24 после отъёма.

6. Рентабельность производства говядины, полученной от бычков линии Пирата 6626 разных генотипов по гену *TG5*, значительно ниже, чем у исследуемых заводских линий. Она составляет 50,4% в своём максимальном состоянии — гомозиготном по первому варианту *C*.

При одинаковых затратах на производство мяса уровень рентабельности выше у бычков генотипа GH^{LL} во всех исследуемых заводских линиях калмыцкой породы скота.

Экономический анализ производства говядины, полученной от бычков разных генотипов, показал, что выращивание бычков генотипа GH^{LL} является более рентабельным. В частности, у бычков линии Дуплета 825 рентабельность составила 61,5%.

7. Новый способ ранней диагностики племенной ценности крупного рогатого скота калмыцкой породы заключается в том, что в любом возрасте можно выявить генотипы по генам *GH*, *TG5* и *LEP*. При наличии у животных маркеров продуктивности, к которым относится гомозиготный вариант по первому аллелю у всех вышеуказанных генов, производят отбор животных, с целью дальнейшего разведения.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Помимо традиционных методов селекции и разведения калмыцкого мясного скота, мы рекомендуем применять методы маркерной селекции, с целью получения желаемых генотипов и создания новых заводских линий.

2. Рекомендуем для разведения крупного рогатого скота калмыцкой породы использовать тех животных, в генотипе которых присутствует гомозиготный вариант по первому аллелю генов GH^{LL}, $TG5^{CC}$, LEP^{AA}.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Продолжение работы над этой темой открывает широкие возможности для исследований в следующих областях:

1. Оценка генетического потенциала продуктивности молодняка в раннем возрасте для улучшения маркерной селекции;

2. Молекулярно-генетическое тестирование скота калмыцкой породы на наличие генов, отвечающих за мясную продуктивность. Это поможет создать новые линии животных с улучшенными хозяйственно-полезными признаками.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аглюлина, А. Р. Естественная резистентность телят в условиях резко континентального климата Оренбургской области / А. Р. Аглюлина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2010. – № 2(26). – С. 69-70. – EDN MQGBYP.

2. Аглюлина, А. Р. Сочетанное воздействие экологических условий и сезонов года на реактивность телят разного возраста / А. Р. Аглюлина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2009. – № 4(24). – С. 155-158. – EDN KYHDGJ.

3. Адаптивная ресурсосберегающая технология производства говядины в мясном скотоводстве / Р. С. Гизатуллин, Т. А. Седых. – Saarbrücken : Palmarium Academic Publishing, 2016. – 119 с. – ISBN 978-3-659-72171-7. – EDN VXZBNV.

4. Адаптивная технология специализированного мясного скотоводства для Центральных областей России (на примере Калужской области) / Г. П. Легошин, Л. С. Громов, А. П. Мамонов [и др.]. – 2-е изд., переизданное. – Дубровицы : Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства РАСХН, 2013. – 124 с. – EDN SFCZXB.

5. Ажмулдинов, Е.А. Клинико-физиологическое состояние маточного поголовья и телят в условиях стойлового и пастбищного содержания /Е.А. Ажмултдинов // Юбилейный выпуск научных трудов ВНИИ мясного скотоводства. – Оренбург, 2000. - Вып.53. – С.27-28.

6. Алимжанов, Б.О. Адаптация голштинского скота в динамике трех поколений на севере Казахстана / Б.О. Алимжанов, Л.В. Алимжанова, С.К.Бостанова, Ю.Н. Шейко // Зоотехния. – 2016. - №7. –С.20-22.

7. Амерханов, Х.А.Новая порода мясного скота - русская комолая / Х. Амерханов, И. Горлов, Ф. Каюмов, А. Ковзалов // Молочное и мясное скотоводство. – 2008. – № 1. – С. 4. – EDN IIZRQZ.

8. Амерханов, Х.А. Генетические ресурсы герефордской, казахской белоголовой пород и их взаимодействие в селекции / Х.А. Амерханов, Ф.Г. Каюмов, М.П. Дубовскова, А.М. Белоусов. - Москва, 2010. –250 с.

9. Амерханов, Х.А. Мясное скотоводство: источник наращивания производства высококачественной говядины в Российской Федерации / Х.А.Амерханов // Материалы международной научно-практической конференции «Мясное скотоводство – приоритеты и перспективы развития. - Оренбург: Издательство ФНЦ БСТ РАН, 2018. –199 с.

10. Амерханов, Х. А. Показатели мясной продуктивности бычков при оценке по собственной продуктивности / Х. А. Амерханов, В. Ю. Хайнацкий, Ф. Г. Каюмов // Зоотехния. – 2011. – № 5. – С. 13-15. – EDN NTERGP.

11. Амерханов, Х. А. Прошлое, настоящее и будущее специализированного мясного скотоводства / Х. А. Амерханов, Ф. Г. Каюмов // Зоотехния. – 2008. – № 1. – С. 21-24. – EDN GXNJAD.

12. Анализ национальных систем учета и генетической оценки ангусскогоскота Австралии: методическое руководство / Х.А. Амерханов, Н.А.Зиновьева. - Дубровицы: ГНУ ВИЖ Россельхозакадемии, 2009. – 76 с.

13. Аракчаа, Ч. А. К вопросу о сезонных изменениях клинических показателей местного аборигенного скота / Ч. А. Аракчаа, Е. К. Кужугет // Экология Южной Сибири и сопредельных территорий : В 2 книгах, Абакан, 02–04 декабря 2015 года. – Абакан: Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, 2015. – С. 75. – EDN VKKGXJ.

14. Афанасьева, А. И. Гормональный статус и морфологические показатели крови скота Герефордской породы канадской селекции в процессе адаптации к условиям Алтайского края / А. И. Афанасьева, В. А. Сарычев // Вестник КрасГАУ. – 2016. – № 3(114). – С. 135-140. – EDN VQWAKP.

15. Афанасьева, А. И. Показатели углеводного и липидного обмена у скота герефордской породы канадской селекции при адаптации к условиям Алтайского края / А. И. Афанасьева, Л. А. Бондырева, В. А. Сарычев //

Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 3(137). – С. 111-115. – EDN VSSMTV.

16. Ахатова, И. А. Разведение сельскохозяйственных животных : учеб. пособие для студентов высш. с.-х. учеб. заведений по специальности "Зоотехния" / И. А. Ахатова, А. А. Немцов ; И. А. Ахатова, А. А. Немцов. – Уфа : БГАУ, 2003. – 310 с. – (Учебники и учебные пособия для высших сельскохозяйственных учебных заведений). – EDN QKWPMJ.

17. Ахмадалиев, Н. А. Адаптация завезенного молочного скота к условиям субтропического климата / Н. А. Ахмадалиев, Т. Б. Рузиев // Доклады Таджикской академии сельскохозяйственных наук. – 2015. – № 1(43). – С. 38-42. – EDN VOIWBD.

18. Ахмадалиев, Н. А. О создании племенной базы по скотоводству и яководству / Н. А. Ахмадалиев, Т. Б. Рузиев, Ф. М. Раджабов // Peasant. – 2018. – № 2. – С. 32-33. – EDN JSKKAQ.

19. Ахметалиева, А.Б. Хозяйственно-полезные качества животных анкатинского заводского типа казахской белоголовой породы / А. Б. Ахметалиева, К. К. Бозымов, Е. Г. Насамбаев, Р. К. Абжанов // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 4. – С. 75-76. – EDN OYADKN.

20. Ахметов, А. М. Картина крови крупного рогатого скота герефордской породы шведской селекции в процессе акклиматизации в условиях Северного Зауралья / А. М. Ахметов // Перспективы развития АПК в работах молодых учёных : Сборник материалов региональной научно-практической конференции молодых учёных, Тюмень, 05 февраля 2014 года. Том Часть 2. – Тюмень: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Государственный аграрный университет Северного Зауралья", 2014. – С. 7-10. – EDN TPALKT.

21. Ахметов, Т.М. Использование ДНК маркёров в диагностике наследственных мутаций у крупного рогатого скота и свиней / Т. М. Ахметов, С. В. Тюлькин, Ф. М. Нургалиев, Р. Р. Вафин // Ученые записки

Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2012. – Т. 210. – С. 7-13. – EDN OYAPGP.

22. Ахметов, Т.М. Методические рекомендации по использованию новейших достижений ДНК-технологий в селекционно-племенной работе, направленной на улучшение технологических свойств молока / Т.М. Ахметов.- Казань: Изд. Центр инновац. технолог, 2007. - 27 с.

23. Багиров, В.А. Некоторые аспекты использования микросателитов всвиноводстве / В.А. Багиров, Ш.Н. Насибов, П.М. Кленовицкий, С.А.Лесин, В.А. Воеводин, Н.А. Зиновьева, Л.К. Эрнст, В.В. Калашников, Е.И. Сизарева, Е.А. Гладырь, Н.В. Проскурина, К.М. Шавырина // Достижения науки итехники АПК. - 2009. - № 8. – С. 38-41.

24. Багиров, В.А. 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. – EDN KAJMAD.

25. Бальная оценка упитанности мясного скота и ее применение в управлении стадом: практическое руководство / Г.П. Легошин, Т.Г. Шарафеева - Дубровицы: ВИЖ им. Л.К. Эрнста, 2015. – 48 с.300

26. Батанов, С.Д. Адаптивные способности крупного рогатого скота, разводимого в условиях Удмуртской Республики / С. Д. Батанов, С. А. Хохряков, Г. Ю. Березкина, О. С. Старостина // Нива Поволжья. – 2007. – № 4(5). – С. 58-63. – EDN RUUKDJ.

27. Батанов, С.Д. Гомеостаз организма животных – как отражение «средовыхнагрузок» / С.Д. Батанов, О.С. Старостина // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. - 2017. - № 1 (92). - С. 37-43.

28. Бахарев, А.А. Акклиматизация крупного рогатого скота породы лимузин в условиях Северного Зауралья / А.А. Бахарев // Инновационноеразвитие АПК Северного Зауралья: сборник материалов

научно-практическойконференции молодых ученых. - Тюмень: Ризограф, 2013 –С.289-292.

29. Бахарев, А.А. Воспроизводительные способности коров породы салерс впериод их акклиматизации в условиях Северного Зауралья / А.А. Бахарев // Достижения науки и техники АПК. –2013. - №7. –С. 83-84.

30. Бахарев, А.А. Молочность коров породы лимузин в акклиматизации в условиях Северного Зауралья / А.А. Бахарев // Молочное и мясное скотоводство. –2013. - № 5. –С. 6-7.

31. Бахарев, А.А. Молочность коров породы салерс в процессе акклиматизации в условиях Северного Зауралья / А.А. Бахарев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. –2013. - №6(44). – С. 119-121.

32. Бахарев, А. А. Особенности экстерьера скота породы салерс разных генетико-экологических генераций в период их акклиматизации / А. А. Бахарев, А. И. Литкевич, Б. Ж. Бугасов // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2018. – № 4. – С. 144-147. – EDN JMHQUW.

33. Бахарев, А. А. Показатели воспроизводства коров породы лимузин в период их акклиматизации в условиях Северного Зауралья / А. А. Бахарев // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2013. – № 4(233). – С. 37-42. – EDN SYRESD.

34. Бейшова, И.С. Ассоциация полиморфных генов соматотропного ксакада с показателями роста у скота казахской белоголовой / И.С. Бейшова, Е.В. Белая, Т.В. Поддудинская, Е.С. Усенбеков, В.П. Терлецкий // Успехи современной науки. - 2017. - Т. 2. - № 5. - С. 158-163.

35. Бейшова, И.С. Влияние сочетаний соматотропных генов на мясную продуктивность крупного рогатого скота / И. С. Бейшова, Е. В. Белая, Х. Б. Баймишев, Б. Б. Траисов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 2. – С. 51-57. – EDN OTEFZH.

36. Бейшова, И.С. Фенотипические эффекты генов соматотропного каскадаассоциированных с мясной продуктивностью у коров казахской белоголовойпороды / И.С. Бейшова // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. - 2018. - № 1. - С. 48-53.

37. Бельков, Г. И. Лимузинский скот на Южном Урале / Г. И. Бельков, А. Я. Кутлуахметов // Зоотехния. – 2009. – № 12. – С. 22-23. – EDN KYODYJ.

38. Бельков, Г.И. Продуктивные и биологические особенности лимузинского скота в зоне Южного Урала / Г.И. Бельков, В.А. Панин // Зоотехния. - №8. – 2010. – С.16-18.

39. Биоконверсия питательных веществ корма в мясо туши бычков калмыцкой породы разных родственных групп / В. Н. Приступа, Д. С. Торосян, Р. З. Азаев, Н. Н. Тищенко // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2024. – № 1(51). – С. 72-78. – EDN RYIBUM.

40. Биотехнологические методы повышения молочной продуктивностикрупного рогатого скота с использованием ДНК-технологий: практические рекомендации / Ф.Р. Валитов, И.Ю. Долматова, И.Н. Ганиева, Т.В.Кононенко. – Уфа: Башкирский ГАУ. 2108. – 36 с.

41. Вагапов, Ф.Ф. Продуктивные качества и биологические особенностибычков черно-пестрой породы при использовании пробиотической кормовойдобавки «Биогумитель» : диссертация кандидата сельскохозяйственных наук :06.02.10 / Ф.Ф. Вагапов. - Уфа, 2013. - 159 с.

42. Ведение мясного скотоводства в Республике Башкортостан: рекомендации / Оге Ален. – Уфа-Париж: Издательство ИВЦ, 2009. – 24 с.

43. Вейр, Б.С. Анализ генетических данных : Дискрет. генет. признаки / Б. Вейр; Перевод с англ. Д. В. Зайкина и др.; Под ред. Л. А. Животовского, А. И. Пудовкина. - Москва : Мир, 1995. - 399

44. Веллер, Д. И. Геномная селекция животных : Перевод с английского языка монографии ведущего ученого Института зоологии Центра сельскохозяйственных исследований Joel Ira Weller / Д. И. Веллер. –

Санкт-Петербург : ООО "Проспект Науки", 2018. – 208 с. – ISBN 978-5-906109-58-3. – EDN YQAISR.

45. Вишневский, С.Н. Особенности структурно-функциональной организации системы компонентов крови аутбредных бычков абердин-ангуской породы / С.Н. Вишневский // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2010. - № 1 (25). - С. 167-169.

46. Вишневский, С.Н. Особенности структурно-функциональной организации системы компонентов кровиу растущих бычков и телок абердин-ангусской породы с близкой степенью родства / С.Н. Вишневский // Известия Оренбургскогогосударственного аграрного университета. - 2009. - № 4 (24). - С. 158-161.

47. Влияние гормонов щитовидной железы на рост. Тиреоидные гормоныи обмен углеводов, жиров. MedUniver. [Электронный ресурс]. Режим доступа:https://meduniver.com/Medical/Physiology/1271.html

48. Воронин, Е.С. Иммунология / Е.С. Воронин, А.М. Петров, М.М.Серых, Д.А. Девришов. – М.: Колос-Пресс, 2002. – 408 с.

49. Гареева, И.Т. Полиморфизм гена β-лактоглобулина в популяциях молочного скота Республики Башкортостан / И.Т. Гареева, И.Ю. Долматова, Ф.Р. Валитов, Ю.А. Ракина // Проблемы биологии продуктивных животных.- 2011. - № 3. - С. 3-11.

50. Гарматарова, Т.В. Иммуноморфологическая и биохимическая оценкакрупного рогатого скота голштинской породы на первом этапе адаптации/ Т.В. Гарматарова // Инновации и продовольственная безопасность. –2014. - №2(4). –С. 55-61.

51. Гелунова, О. Б. Эффективность разведения мясного скота в Нижнем Поволжье / О. Б. Гелунова, А. А. Кайдулина // Зоотехния. – 2011. – № 1. – С. 8-11. – EDN NDEPCR.

52. Генетика / И.И. Кочиш, А.В. Бакай, Е.К. Меркурьева, З.В. Абрамова. - М.: Агропромиздат, 1991, с.303

53. Генетика и биометрия / А.В. Бакай, И.И. Кочиш, Е.В. Щеглов, В.В. Попов – М.: МГАВМ им. К.И. Скрябина, 2001. – 20 с.

54. Генетическая характеристика калмыцкого скота в племенных хозяйствах Ростовской области / В.Х. Федоров, П.А. Никитеев, Ю.Г. Тамбиева, В.В. Федюк // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2023. – № 4(50). – С. 100-107.

55. Генетическая экспертиза как важнейший фактор повышения эффективности селекции в животноводстве / А.А. Новиков, М.С. Семак, А.И.Хрунова // Зоотехния. – 2016. - №2. – С. 5-11.

56. Генетические основы гибридизации / А. Г. Близнюченко // Свиноводство. - 2010. - №58. - С. 15-23.

57. Генетические ресурсы герефордской, казахской белоголовой пород и их взаимодействие в селекции: монография / Х.А. Амерханов, Ф.Г. Каюмов, М.П. Дубовскова, А.М. Белоусов. – М.: ФГНУ «Росинформагротех». –2010. – 352 с.

58. Герасимов, Н. П. Изменчивость племенной ценности герефордского скота / Н. П. Герасимов // Инновационные технологии в мясном скотоводстве : материалы международной научно-практической конференции, Ульяновск, 21–23 июня 2011 года. – Ульяновск: УГСХА, 2011. – С. 68-74. – EDN XPVGZF.

59. Гетоков, О.О. Улучшение продуктивных качеств коров красной степной породы голштинами на Северном Кавказе / О.О. Гетоков, М.Г. Долгиев, М.И. Ужахов // Казахстанская Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы социально-экономического развития Прикаспийского региона в условиях инновационной экономики». - Элиста: Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова, 2012.С. 121-123.

60. Гизатуллин, Р.С. Продуктивные качества бычков герефордской породы взависимости и возраста реализации на мясо / Р.С. Гизатуллин, Т.А.

Седых, А.Р. Салихов // Вестник мясного скотоводства. - 2015. - № 2 (90). - С. 55-60.

61. Горлов, И.Ф. Адаптация крупного рогатого скота голштинской породы различной генетической селекции / И. Ф. Горлов, А. С. Мохов, З. Б. Комарова [и др.] // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования : I Международная научно-практическая Интернет-конференция, посвященная 25-летию ФГБНУ «Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия», Соленое Займище, 29 февраля 2016 года. – Соленое Займище: Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия, 2016. – С. 3043-3047. – EDN WCXTCV.

62. Горлов, И. Ф. Адаптация черно-пестрого скота разных эколого-генетических типов / И. Ф. Горлов, З. Б. Комарова, Я. П. Сердюкова // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2014. – № 2. – С. 59-61. – EDN SCCGFL.

63. Горлов, И.Ф. Инновационные технологии производства "мраморной" говядины с использованием различных пород мясного скота / И. Ф. Горлов, А. А. Кайдулина, А. С. Коломейцева, З. Б. Комарова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – № 1(25). – С. 68-71. – EDN OWIDTD.

64. Горлов, И.Ф. Полиморфизм генов bGH, RORC и DGAT1 у мясных пород крупного рогатого скота / И.Ф. Горлов, А.А. Федюнин, Д.А. Ранделин, Г.Е. Сулимова // Генетика. - 2014. - Т. 50. - № 12. - С. 1448-1454.

65. Гочияева, З. У. Мясная продуктивность бычков разных генотипов при сочетании нагула с откормом в условиях горно-отгонного содержания : специальность 06.02.04 "Ветеринарная хирургия" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Гочияева Зухра Умаровна. – Черкесск, 2006. – 22 с. – EDN NKIDYB.

66. Григорьева, М.Г. Экстерьерная оценка завезенного в Краснодарский край мясного скота // Научные основы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных: Материалы юбилейной международнойнаучно-практической конференции. Краснодар, 2008. - Ч. 2. - С. 18.

67. Гудыменко, В.В. Специализированный мясной скот, его использование при двух-трехпородном скрещивании в Центральном черноземье / В.В.Гудыменко //Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2011. - № 4. - С. 48-50.

68. Джуламанов, К.М. Генетическая характеристика основных мясных пород крупного рогатого скота / К.М. Джуламанов, Ш.А. Макаев, М.П.Дубовскова, Л.Г. Сурундаева // Вестник мясного скотоводства. –2010. - №6. –С. 70-72.

69. Джуламанов, К.М. Показатели убоя бычков с учетом подбора родителей по генам мясной продуктивности / К.М. Джуламанов, М.П. Дубровская, А.М. Ворожейкин, Н.П. Герасимов, В.И. Колпаков // Вестник мясногоскотоводства. –2016. - №2(94). –С. 26-32.

70. Джунельбаев, Е.Т. Использование высокорослых быков-производителей для повышения мясной продуктивности казахской белоголовой породы / Е.Т. Джунельбаев, Л.Ф. Тарасевич, Н.Н. Козлова // Сборникстатей VI Всероссийской научно-практической конференции «Аграрная наука вXXI веке: проблемы и перспективы». - Саратов: ФГБОУ ВПО СаратовскийГАУ им. Н.И. Вавилова, 2012. - С. 27-28.

71. Долматова, И.Ю. ДНК-технологии в животноводстве / И.Ю.Долматова, И.Т. Гареева, А.Г. Ильясов // Достижения науки и техники АПК. -2010. - № 2. - С. 42-43.

72. Долматова, И.Ю. Связь полиморфизма гена соматотропина крупного рогатого скота симментальской породы с продуктивностью / И.Ю.Долматова, А.Г. Ильясов // Зоотехния –2008. –С. 6-8.

73. Донник, И.М. Особенности адаптации крупного рогатого скота к неблагоприятным экологическим факторам окружающей среды / И.М.Донник, Н.А. Шкуратова // Ветеринария Кубани. - 2009. - № 5. - С. 16.

74. Дунин, И. Результаты функционирования отрасли мясного скотоводства в Российской Федерации / И. Дунин, В. Шаркаев, А Кочетков //Молочное и мясное скотоводство. - №5. –2011. –С. 2-4.

75. Дунин, И.М. Генофонд пород молочного скота в России: состояние, перспективы сохранения и использования / И.М. Дунин, С.Е. Тяпугин,Л.А. Калашникова и др. // Зоотехния. - 2019. - № 5. - С. 1.

76. Дусаева, Е.М. Мясное скотоводство в обеспечении продовольственной безопасности / Е.М. Дусаева, А.Х. Курманова, Г.Н. Мушинская // Сборникстатей по материалам V Всероссийской (национальной) научно-практическойконференции «Разработка стратегии социальной и экономической безопасностигосударства». –Лесниково: Курганская ГСХА, 2019. - С. 13-17.

77. Емельяненко, П.А. Иммунология животных в период внутриутробного развития / П. А. Емельяненко. – М.: Агропромиздат, 1987.

78. Жучаев, К.В. Повышение устойчивости животных к болезням методами непрямой селекции / К.В. Жучаев, С.П. Князев // Сельскохозяйственная биология. –1994. –№2. –С. 110-117.

79. Завьялов, О.А. Убойные качества бычков герефордской породы импортной селекции и местной популяции в зоне Южного Урала / О.А. Завьялов, А.Н. Фролов, А.В. Харламов, М.Я. Курилкина // Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Курганской области «Ресурсосберегающие экологически безопасныетехнологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции». Курган: Уральская ГСХА, 2018. - С. 158-162.

80. Заднепрянский, И.П. Лимузины на Южном Урале / И.П. Заднепрянский, В.А. Швынденков // Зоотехния, 1999. - №5. –С.2-6

81. Зайцев, В.В. Повышение естественной резистентности новорожденных животных / В.В. Зайцев, С.В. Овчинников, М.М. Серых. – Самара:СамВен, 2002. –101 с.

82. Зеленков, П.И. Скотоводство: учебник / П.И. Зеленков, А.И. Баранников, А.П. Зеленков. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2005. - С. 490-506.

83. Зеленков, П.И. Теоретические и методические подходы к оценке бычков по собственной продуктивности и быков по качеству потомства в мясном скотоводстве // П. Зеленков, А. Зеленков, А. Зеленкова // Вестник мясного скотоводства. - 2009. - № 3. - С 25-29.

84. Зинатова, Ф.Ф. Роль генов липидного обмена (DGAT1, TG5) в улучшении хозяйственно-полезных признаков крупного рогатого скота // Зинатова Ф.Ф., Зинатов Ф.Ф./ Ученые записки Казанской государственной академииветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. –2014. - № 3. –С. 164-168.

85. Зинатова, Ф.Ф., Молекулярно-генетическое тестирование быков-производителей различной породы по генам маркерам липидного обмена/ Ф.Ф. Занатова, Ф.Ф. Занатов // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. - 2014. - №2. - С 124-126.307

86. Зиннатова, Ф.Ф. Взаимосвязь состояния комплексных генотипов генов CSN3, DGAT1, TG5, PRL, LGB и показателей молочной продуктивности крупного рогатого скота / Ф.Ф. Зиннатова, А.М. Алимов, Ф.Ф. Зиннатов // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. - 2014. - №2. - С 120-123.

87. Зиновьева, Н.А Роль ДНК маркеров признаков продуктивности сельскохозяйственных животных / Н.А. Зиновьева, О.В. Костюнина, Е.А.Гладырь и др. // Зоотехния. 2010. - № 1. - С. 8–20.

88. Зиновьева, Н.А. Генетическая оценка в племенном животноводстве // Современные методы генетики и селекции в животноводстве материалы международной научной конференции. - СПб.: ВНИИГРЖ, 2007. С. 34-36.

89. Зиновьева, Н.А. Проблемы биотехнологий и селекции сельскохозяйственных животных: учебник для ВУЗов / Н.А. Зиновьева, Л.К. Эрнст. -М.: Изд-во ВГНИИ животноводства, 2006. 342 с.

90. Зиновьева, Н.А. Генетические ресурсы животных: развитие исследований аллелофонда российских пород крупного рогатого скота / Н.А. Зиновьева,А.А. Сермягин, А.В. Доцев и др. // Сельскохозяйственная биология. –2019. - 54(4). –С. 631-641.

91. Зоогигиена: учебное пособие / И.Н. Хакимов - Самара: ФГБОУ ВПО Самарская ГСХА, 2012. - 282 с.

92. Интенсификация производства говядины при использовании генетических ресурсов красного степного скота: монография / В.И. Косилов, С.И. Мироненко, Е.А. Никонова. –М.: КолосС, 2010. –452 с.

93. Использование ДНК-маркеров при оценке и совершенствовании крупного рогатого скота в Республике Татарстан: монография / Р.Р. Шайдуллин, Т.М. Ахметов Т.Х. Фаизов [и др.]. –Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2018. - 192 с.

94. Использование лимузинского, симментальского и бестужевского скота в мясном скотоводстве: монография / В.И. Косилов, И.П. Заднепрянский, А.А. Салихов, С.А. Жуков. –Оренбург: ИПК «Газпромпечать ООО «Оренбурггазпромсервис», 2013. –313 с.

95. Исследование крови сельскохозяйственных животных физико-химическими методами анализа: учебно-методическое пособие / В.Н.Масалов, Н.И. Яровaн, М.В. Воронкова, Н.В. Ермакова. –Орел: Издательство Орел ГАУ, 2013. –152 с.

96. Исследование сердечнососудистой системы животных / В.В. Сазонова, М.Н. Литвиненко. –Орел: Издательство ОрелГАУ, 2009 –72 с.

97. Исхаков, Р.Г. Рост и мясная продуктивность чистопородных и помесных бычков различных генотипов / Р.Г. Исхаков, В.И. Левахин, Р.М. Галлиев //Вестник мясного скотоводства; Материалы всероссийской научно-практической конференции. –Оренбург, 2006. –т.1, вып. 59. –С. 119-121.

98. Исхаков, Р.С. Хозяйственно-биологические качества бычков бестужевской породы и ее двух-трехпородных помесей / Р.С. Исхаков, Н.М. Губайдуллин, Х.Х. Тагиров // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. - 2015. - №1. - С. 128-131.

99. Кадралиев, Д.С. Проблемы адаптации и акклиматизации крупного рогатого скота зарубежной селекции в условиях Астраханской области /Д.С. Кадралиев, И.Х. Хисметов, В.В. Евстигнеев // Формирование и развитиесельскохозяйственной науки в XXI веке. –Соленое Займище: Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия, 2016. –С.460-471.

100. Кажгалиев, Н. Адаптация завезенных пород мясного скота в условиях северного региона Казахстана / Н. Кажгалиев, Д. Матакбаев // Вестник мясного скотоводства. –2016. - № 1(93). –С. 27-33.

101. Кайдулина, А.А. Мясная продуктивность бычков разных пород и генотипов в условиях Нижнего Поволжья / А.А. Кайдулина // Материалы международной научно-практической конференции «Инновационные направления повышения эффективности сельскохозяйственного производства». - Оренбург:Всероссийский научно-исследовательский институт мясного скотоводства.2010. - С. 64-67.

102. Калашников, В. Некоторые проблемы развития мясного скотоводства и пути их решения / В.Калашников, В. Левахин // Молочное и мясноескотоводство. –2006. - №1. –С.2-4.

103. Калашникова, Л.А. ДНК-технологии оценки сельскохозяйственныхживотных // Л.А. Калашникова, И.М. Дунин, В.И. Глазко, Н.В. Рыжова, Е.П. Голубина. - Лесные Поляны: изд. ВНИИплем, 1999. - 148 с.

104. Карабаев, Ж.А. Методика изучения клинических показателей при акклиматизации импортных пород крупного рогатого скота к условиям Юго-востока Казахстана // Ж.А. Карабаев, С.Н. Бекишева С.Н., Г.Г. Габит, Д.

Еникелешев / Международный журнал экспериментального образования. – 2015. - № 10-22. - С. 147-148.

105. Карабаев, Ж.А. Методические аспекты изучения акклиматизации животных / Ж.А. Карабаев, С.Н. Бекишева // Успехи современного естествознания. –2015. - №3. –С.141-145.

106. Каюмов, Ф.Г. Продуктивность калмыцкого скота Южно-Уральского типа / Ф. Каюмов, В. Габидуллин, Л. Сурундаева // Молочное и мясное скотоводство. –2010. - №4. –С. 11-13

107. Каюмов, Ф.Г. Сравнительная характеристика гистоструктуры кожи бычков разных генотипов / Ф. Каюмов, М. Дубовскова, Т. Сидихов, Л. Маевская // Молочное и мясное скотоводство. - 2010. - № 1. - С. 23-25.

108. Каюмов, Ф.Г. Оценка и отбор генетически ценных герефордских быков/ Ф.Г. Каюмов, К.М. Джуламанов, Н.П. Герасимов // Зоотехния. –2007.- № 5. –С. 5-7.

109. Каюмов, Ф.Г. Селекционно-генетические параметры продуктивности молодняка при создании симменталов мясного типа / Ф.Г. Каюмов, М.Д.Кадышева, С.Д. Тюлебаев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2011. - № 3 (31). - С. 151-153

110. Каюмов, Ф.Г. Создание каргалинского мясного типа крупного рогатого скота / Ф.Г. Каюмов, Л.Г. Сурундаева, В.Г. Володина // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. - 2012. - № 6. - С. 62-64.

111. Кибалко, Л. Влияние акклиматизации и адаптации на продуктивность импортных коров / Л. Кибалко, Н. Гончаров, Н. Ткачева // Молочное имясное скотоводство. –2009. - №4. –С. 23-24.

112. Кийко, Е.И. Полимеразная цепная реакция как метод генной диагностики в молочном скотоводстве /Е.И. Кийко // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. - 2011. - Т. 16. - № 2. - С. 658-659.

113. Кийко, Е.И. Принципы маркерной селекции в молочном скотоводстве /Е.И. Кийко // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. - 2010. - Т. 15. - № 1. - С. 134-135.

114. Клиническая ветеринарная лабораторная диагностика / М.А Медведева. –М.: Аквариум Принт, 2009. –409 с.

115. Кнут и пряник. Как помочь мясному скотоводству России? // СФЕРА: Мясная промышленность. – 2017. – № 2(117). – С. 62-64. – EDN ZUCWFF.

116. Ковалюк, Н.В. Выявление поломорфизма в гене лептина крупного рогатого скота // Сборник научных трудов северокавказского научно-исследовательского института животноводства. - 2014. –Т.2. - № 3. - С. 30-35.

117. Колобков, Д.М. Морфобиохимические аспекты адаптации импортированного крупного рогатого скота симментальской и голштино-фризской пород в условиях Южного Урала / Д.М. Колобков, Н.В. Герман, Т.А. Шепелева //Аграрный вестник Урала. - 2011. - № 08 (87) –С. 22-23.

118. Коломейцева, А.С. Эффективность производства говядины за счет выращивания на мясо молодняка русской комолой породы / А.С. Коломейцева, А.И. Сивков // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. - 2010. - № 1 (17). - С. 87-91.

119. Комплексная программа «Развитие мясного скотоводства в Республике Башкортостан» (утверждена Постановлением Правительства Республики Башкортостан 17 июня 2019 года, №535). [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://agriculture.bashkortostan.ru/documents/all/?filter_type =page-2 (20.06.2019)

120. Косилов, В.И. Воспроизводительная способность скота ведущих заводских линий казахской белоголовой породы / В.И. Косилов, К.К. Бозымов, А.Б. Ахметалиева, Р.К. Абжанов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2012. - № 1 (33). - С. 125-128.

121. Косилов, В.И. Клинические и гематологические показатели чёрно-пёстрого скота разных генотипов и яков в горных условиях Таджикистана// В.И. Косилов, Т.А. Иргашев, Б.К. Шабунова, Д. Ахмедов / Известия Оренбургского государственного университет. –2015. - № 1 (51). –С. 112-115.

122. Косилов, В.И. Эффективность использования симментальского и лимузинского скота для производства говядины при чистопородном разведении и скрещивании / В.И. Косилов, А.И. Кувшинов. –Оренбург, 2005. –244 с.

123. Костеша, Н.Я. Влияние стресса на уровень кортизола и териоидных гормонов при холодном методе выращивания в сыворотке крови телят / Н.Я.Костеша, О.А. Абатчикова // В сборнике: Современные проблемы и достиженияаграрной науки в животноводстве, растениеводстве и экономике. Сборник трудов региональной научно-практической конференции. 2012. - С. 17-21.

124. Костеша, Н.Я. Состояние резистентности организма телят при холодном методе выращивания / Н.Я. Костеша, О.В. Семенов // Сборник научных трудов по материалам IV Международной научно-практической конференции «Модернизация аграрного образования: интеграция науки и практики». 2018. - С. 198-201.

125. Костюнина, О.В. Полиморфизм гена рецептора меланокортина MC4R и его влияние на откормочные и мясные качества свиней / О.В. Костюнина, Н.А. Зиновьева, Е.И. Сизарева, А.И. Калугина, Е.А. Гладырь, Л.В. Гетманцева, М.С. Форнара, В.Р. Харзинова // Достижения науки и техники АПК. -2012. - № 8. - С. 49-51.

126. Костюнина, О.В., Влияние генотипов по ДНК-маркерам на показатели молочной продуктивности коров черно-пестрой породы / О.В. Костюнина, А.М. Бакай, Г.А. Бушова Т.В. Лепехина, Е.А. Гладырь // Достижения наукии техники АПК. - 2011. - № 10. - С. 33-34.

127. Кочетков, А.А. Герефордское стадо племзавода ООО «Варшавское»/ А. Кочетков, Ф. Каюмов, А. Ворожейкин, Е. Гребенщикова // Зоотехния. - 2009. - №1. – . С.22-24.

128. Кочетков, А.А. Использование мировых и отечественных породных ресурсов мясного скота для увеличения производства высококачественной говядины в условиях Северного Кавказа и Центральной зоны России / автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук - Лесные Поляны: Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела, 2011. –41 с.

129. Крамаренко, А.С. Анализ связи полиморфизма гена гормона роста (bGH) с ростовыми показателями коров южной мясной породы / //Научно-технический бюллетень Института животноводства Национальной академии аграрных наук Украины. - 2015. - № 113. - С. 112-119.

130. Краткий справочник по мясному скотоводству / Н.Г. Первов, Х.А. Амерханов, Н.Д. Гуденко. –Дубровицы: ГНУ ВИЖ Россельхозакадемии,2014. –102 с.

131. Лазько, М.В. Клинические и гематологические показатели телок ярославской породы в природно-климатических условиях Северного Кавказа / М.В.Лазько, О.В. Удалова, А.С. Дулина //Аграрный вестник Урала. - 2012. - № 1 (93) – С. 29-30.

132. Лазько, М.В. Сравнительные исследования строения кожи телок ярославской и красной степной пород / М.В. Лазько, О.В. Удалова, А.С. Дулина // Морфология. - 2014. - 145(3). –С. 112-113

133. Ларионова, П.В. Разработка и экспериментальная апробация системанализа полиморфизма генов-кандидатов липидного обмена у крупного рогатого скота: диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Дубровицы, 2006, 130 с.

134. Ласкавый, В.Н. Адаптация завозимого поголовья крупного рогатогоскота / В.Н. Ласкавый, С.М. Морозов, М.Л. Малинин, В.И. Парфенов //Ветеринария и кормление. –2014. - №5. –С. 54-56.

135. Левахин, В.И. Технология мясного скотоводства / В.И. Левахин //Молочное и мясное скотоводство. –2011. –специальный выпуск. –С.31 –35.

136. Легошин, Г.П. Инновации в технологии селекции и разведении мясного скота / Г.П. Легошин // Мясная индустрия. –2012. - №8.- С.4-9.

137. Легошин, Г.П. Повышение эффективности селекции быков в мясном скотоводстве / Г.П. Легошин, Т.Г. Шарафеева // Зоотехния. –2016. - №1.–С. 6-9.

138. Легошин, Г.П., Продление продуктивного долголетия мясных коров до 8 отелов и более / Г. П. Легошин, Л. М. Половинко, М. Ю. Половинко [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 11. – С. 40-42. – EDN PIZFND.

139. Легошин, Г.П. Влияние предубойной живой массы бычков на их продуктивность и качество туш / Г.П. Легошин, Е.С. Афанасьева, О.Н. Могиленец // Мясная индустрия. –2014. - №8. –С.54-55.

140. Легошин, Г.П. Отечественный и зарубежный опыт откорма молодняка крупного рогатого скота на открытых фидлотах / Г.П. Легошин, Е.С.Анфанасьева, О.Н. Могиленец, Т.Г. Шарафеева // Молочное и мясное скотоводство. –2014. - №7. –С.2-5.

141. Легошин, Г.П. Эффективность инноваций в технологии, репродукции, разведении и менеджменте в крупномасштабном проекте по мясному скотоводству Брянской мясной компании / Г.П. Легошин, Д.В. Моисеенко, В.Ю. Самойлов, Е.Г. Альбокринов // Молодой ученый. —2015. —№8-3(88). —С. 41-45.

142. Лесников, И.В. Состояние и тенденции развития мясного скотоводства в Воронежской области / И.В. Лесников // Мясная индустрия. – 2012. -№6. –С.13-15.

143. Лещуков, К.А. Биотехнология прижизненного формирования качества продуктов животноводства / К.А. Лещуков, А.В. Мамаев // Вестник Орловского государственного аграрного университета. - 2010. - № 6 (27). - С. 103-105.

144. Лисицин, А.Б. Принципы классификации и оценки качества в новомедином национальном стандарте «Крупный рогатый скот для убоя, говядина и телятина в тушах, полутушах и четвертинах» / А.Б. Лисицин, И.В. Сусь,Т.М. Миттельштейн [и др.] // Все о мясе. - 2010. - №3. - С. 39-43.

145. Литвинова, Н.В. Мясное скотоводство: опыт зарубежных стран / Н.В. Литвинова // Вестник Российского государственного аграрного заочногоуниверситета. - 2017. - № 25 (30). - С. 86-91

146. Лозовая, Г.С. Сохранность и продуктивность импортного голштинского скота в условиях Белгородской области / Г.С. Лозовая, В.И. Цысь, А.М. Чекушкин // Farm Animals. - 2014. - № 2 (6). - С. 66-71.

147. Лысенко, Н.Г. Анализ связи SNP генов GH и GHR с характеристиками быков пород молочного и мясного направления / Н.Г. Лысенко, Л.В. Митиогло, И.В. Горайчук, А.И. Колесник, П.П. Джус, С.Ю. Рубан, А.М. Федота// Научно-технический бюллетень Института животноводства Национальнойакадемии аграрных наук Украины. - 2016. - № 116. - С. 71-78.

148. Мазуровский, Л.З. Особенности формирования продуктивности герефордского скота разных эколого-генетических типов / Л.З. Мазуровский, Л.Г. Сурундаева, Н.П. Герасимов // Вестник мясного скотоводства. – 2013. - №2. (80) –С. 11-14.

149. Максимов, Г. В. Влияние гена MC4R на мясную продуктивность свиней / Г. В. Максимов, Л. В. Гетманцева // Главный зоотехник. – 2011. – № 10. – С. 9-12. – EDN PEHNAP.

150. Максимов, Г. В. Влияние полиморфизма гена ESR на динамику живой массы подсвинков крупной белой породы / Г. В. Максимов, В. В. Тупикин // Аграрный вестник Урала. – 2009. – № 9(63). – С. 95-96. – EDN LHSMXD.

151. Максимов, Г. В. Полиморфизм гена H-FABP и его влияние на воспроизводительные качества свиноматок / Г. В. Максимов, М. Ю. Швец, В.

В. Тупикин [и др.] // Свиноводство. – 2018. – № 2. – С. 11-12. – EDN YTOSCU.

152. Манджиев, Н.В. Методы повышения генетического потенциала продуктивности калмыцкого скота в ООО ПЗ «Агробизнес» Целинского района республики Калмыкия / Н.В. Манджиев, Ф.Г. Каюмов, В.Э. Баринов, Л.Г. Сурундаева // Вестник мясного скотоводства. –2014. - №1(84). –С. 24-28.

153. Масалимов, И.А. Гематологические показатели молодняка бестужевской породы и ее помесей с породой салерс и обрак // И.А. Масалимов, И.В.Миронова, Х.Х. Таиров // Известия Самарской государственнойсельскохозяйственной академии. –2012. - № 1. –С. 130-134.

154. Мачульская, Е.В. Полиморфизм гена лептина (LEP) у быков-производителей голштинской породы / Е.В. Мачульская, Н.В. Ковалюк, В.Ф. Сацук, Ю.Ю. Шахназарова, А.Е. Волченко // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. –2014. –Т.2. - № 7. –С. 300-303.

155. Машегов, П.Н. Целевые государственные программы по развитию мясного скотоводства как инструмент стимулирования предпринимательской активности в АПК / П.Н. Машегов, Е.М. Родионова, Д.Г. Суханов // Среднерусский вестник общественных наук. –2013. - № 3. –С. 234-239.

156. Мельникова, Е.Е. Влияние генотипов по IGF2, CCKAR и MC4R на фенотипические показатели и племенную ценность свиней по хозяйственно-полезным признакам / Е.Е. Мельникова, Н.В. Бардуков, М.С. Форнара, О.В. Костюнина, А.А. Сермягин, А.М. Зайцев, Н.А. Зиновьева / Сельскохозяйственная биология. - 2018. - Т. 53. - № 4. - С. 723-734.

157. Методические рекомендации по адаптации импортного крупного рогатого скота к технологическим условиям хозяйств Калужской области: рекомендации / Н.И. Стрекозов, Н.В. Сивкин, В.И. Чинаров [и др.]. – Дубровицы: ГНУ ВИЖ Россельхозакадемии, 2014. –64 с.

158. Методические рекомендации по использованию метода полимеразнойцепной реакции в животноводстве / Н. А. Зиновьева, А. П. Попов, Л. К.Эрнст и др. –Дубровицы: ВИЖ, 1998. –47 с.

159. Методические рекомендации по практическому использованию ДНК-анализа в тестировании крупного рогатого скота по генам молочных белков и гормонов / С.В. Тюлкин, Э.Ф. Валиуллина Т.М. Ахметов и др. – ЛесныеПоляны: ВНИИплем, 2013. –22 с.

160. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: справочник / под. ред. проф. И.П. Кондрахина. –М.: КолосС, 2004. –520.

161. Мироненко, С.И. Особенности роста и развития бычков черно-пестрой породы и их двухпородных помесей с симментальской и казахской белоголовой породами / С.И. Мироненко, В.А. Сечин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2012. - № 1 (33). - С. 116-119.

162. Мирошников, А. Выращивание ремонтных телок / А. Мирошников, А. Филатов, А. Сивков, С. Лебедев, А. Гречушкин // Молочное и мясное скотоводство - 2006. - №5. - С.36-37.

163. Мирошников, С.А. Программный подход к созданию отрасли / С.А.Мирошников // Животноводство России. - 2013. - № 12. –С.

164. Мирошников С.А. Модель организма для математического описания превращения корма в продукцию / С.А. Мирошников // Зоотехния. -2004. - № 2. - С. 10-12.

165. Мирошников, С.А. Мясное скотоводство России: современное состояние и перспективы развития / Материалы международной научно-практической конференции «Мясное скотоводство - приоритеты и перспективыразвития». –Оренбург: ВНИИМС, 2018. - С. 33-34.

166. Михайлова, М.Е. Генотипирование полиморфных вариантов генов гормона роста *(GH)* и генарилизинг-фактора *(PIT-J)* ассоциированных с молочной продуктивностью крупного рогатого скота / М.Е. Михайлова, Е.В. Белая, Н.М. Волчок, Н.А. Камыш // Сборник трудов 7-й международной

научной конференциишколы: «Современные достижения и проблемы биотехнологии сельскохозяйственных животных: роль нанотехнологий в реализации приоритетных задач биотехнологии». - Дубровицы: ГНУ ВНИИЖ Россельхозакадемии, 2008. - С. 179

167. Мишенина, Е.А. Дифференцированный подход к определению качества сырьевой составляющей мясных продуктов / Е.А. Мишенина, В.Б.Дардик. –Мясная индустрия. - №4. –2012. –С. 8-10.

168. Могиленец, О.Н. Оценка молодняка крупного рогатого скота по новому стандарту / О.Н. Могиленец, Г.П. Легошин, Е.С. Афанасьева [и др.].// Зоотехния. –2011. - №7. –С. 14-16.

169. Мостовая, В.В. Адаптационная пластичность коров разных генотипов кусловиям резко континентального климата Оренбуржья / В.В. Мостовая, А.П. Жуков // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2008. - № 1 (17). - С. 176–79.

170. Мостовая, В.В. Иммунобиологический статус и адаптационные возможности нетелей разных генотипов: диссертация кандидата биологических наук :16.00.02 / В.В. Мостовая. - Оренбург, 2008. - 195 с.

171. Муратова, Л. М. Адаптационные качества симменталов австрийской селекции в условиях Южного Урала / Л. М. Муратова, И. Р. Сахаутдинов, С. Г. Исламова // Аграрный вестник Урала. – 2011. – № 12-1(91). – С. 18-20. – EDN PAQSKF.

172. Мымрин, В. Использование геномных индексов для отбора быков-производителей / В. Мымрин, О. Ткачук, Н. Шавшукова // Зоотехния. – 2012. - №5. –С.2-3.

173. Ненашев, И. В. Естественная резистентность коров-матерей и телят черно-пестрой породы / И. В. Ненашев, Ш. М. Биктеев, М. С. Сеитов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2007. – № 1(13). – С. 45-46. – EDN MEHKJR.

174. Никитеев, П. А. Учет и отчетность в лаборатории иммуногенетической экспертизы / П. А. Никитеев, Ю. Г. Тамбиева // Международный научно-исследовательский журнал. – 2024. – № 1(139).

175. Новиков, А.А. Генетическая экспертиза как важнейший фактор повышения эффективности селекции в животноводства / А.А. Новиков, М.С.Семак, А.И. Хрунова // Зоотехния. - 2016. - № 2. - С. 5-6.

176. Новые приёмы высокоэффективного производства говядины: монография / В.И. Левахин, В.В. Попов, Ф.Х. Сиратзетдинов, В.В. Калашников, И.Ф. Горлов, Е.А. Ажмулдинов. - М.: Вестник РАСХН, 2011. - 412 с.

177. Нормы оценки продуктивных и племенных качеств крупного рогатогоскота мясного направления продуктивности / Х.А. Амерханов, И.М.Дунин, В.И. Шаркаев [и др.]. —М., 2010. —32 с.

178. Носков, С.Б. Эффективность использования хлорофиллокаротиновыхкомплексов для повышения иммунного статуса животных / С. Б. Носков// Зоотехния. –2010. –№11. –С. 18-20.

179. Организация производства говядины при различных технологиях содержания мясного скота / Р.С. Гизатуллин, Ф.С. Хазиахметов, Т.А. Седых [и др.]. –Уфа: Издательство Башкирский ГАУ, 2014. –39 с.318

180. Основы гематологии животных: учебное пособие / В.В. Сазонова, П.С. Рябцев, В.В. Крайс, М.Н. Литвиненко. –Орел: Издательство Орел-ГАУ, 2007. –125 с.

181. Откорм молодняка крупного рогатого скота на современных фидлотах: практическое руководство / Г.П. Легошин, Т.Г. Шарофеева - Дубровицы: ГНУ ВИЖ Россельхозакадемии, 2013. –76 с.

182. Панин, В.А. Рентабельнсть производства мяса – основа дальнейшего развития отрасли мясного скотоводства / В.А. Панин // Международный сборник научных трудов «Ресурсосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве». - Оренбург: ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ, 2010. - С.361-368.

183. Перспективы развития мясного скотоводства в хозяйствах Республики Башкортостан: рекомендации производству / Х.М. Сафин, Р.В. Костюк,С.А. Мирошников, Р.С. Гизатуллин, Х.Х. Тагиров, Т.А. Седых, А.А. Катков,А.В. Харламов, Г.И. Левахин, Э.М. Берлин, В.Б. Фрейдин. –Уфа: Мир печати, 2018. –72 с.

184. Петкевич, Н.С. Акклиматизация импортированного из разных стран скота голштинской породы черно-пестрой масти в условиях Центрального Нечерноземья / Н.С. Петкевич, Ю.А. Курская, А.В. Кучумов, А.А. Иванова // Политематический сетевой электронный научных журнал Кубанского государственного аграрного университета. –2016. - № 121. – С.609-619.

185. Племенная работа в мясном скотоводстве / Б.А. Багрий, Э.Н.Доротюк. - М.: Колос, 1979. - 272 с.

186. Плященко, С.И. Естественная резистентность организма животных /С. И. Плященко, В. Т. Сидоров. –Л.: Колос, 1979. –184 с.

187. Повышение эффективности производства говядины в условиях Башкортостана / Х.Х. Тагиров. –М.: Колос, 2004. –240 с.

188. Позовникова, М.В. Аллельные варианты гена соматотропина (GH) у мясных пород крупного рогатого скота / М.В. Позовникова, Г.Н. Сердюк, И.А. Погорельский и [др.] / В сборнике: Актуальные вопросы теории ипрактики современной биотехнологии материалы всероссийской научно-практической конференции. СПБ: Ленинградский университет имени А.С.Пушкина, 2015. - С. 46-51.

189. Полозюк, О. Н. Физико-химические Показатели мышечной ткани свиней различных генотипов / О. Н. Полозюк // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2011. – № 2(2). – С. 17-18. – EDN RZAYCB.

190. Поставнева, Е.В. Эффективность использования промышленного скрещивания в СПК «Зубцовский» / Е.В. Поставнева, Е.В. Ермошина, С.В.Хуборкова, Н.А. Сидорова // Главный зоотехник. - 2011. - № 9. - С. 19-22.

191. Поставнева, Е.В. Эффективность использования индивидуального подбора при создании высокопродуктивных стад / Е.В. Поставнева, Е.В.Ермошина, Н.А. Сидорова, С.В. Хуборкова // Главный зоотехник. - 2012. - № 4.- С. 16-18.

192. Прахов, Л.П. Методические указания по изучению акклиматизационных способностей крупного рогатого скота мясных пород / Л.П. Прахов, Г.А. Чернов. - Оренбург, 1977. —24 с.

193. Продуктивность коров мясных пород: рекомендации / Мирошников С.А., Макаев Ш.А., Джуламанов К.М. [и др.] –Оренбург: ВНИИМС, 2015. – 120 с.

194. Продуктивность, Химсостав мяса туши и длиннейшей мышцы спины бычков разных генотипов калмыцкой породы / Р. З. Азаев, В. Н. Приступа, Д. С. Торосян // Курск, 10 апреля 2024 года. – Курск: Курский государственный аграрный университет им. И.И. Иванова, 2024. – С. 15-23.

195. Производство мяса в мире / С.А. Данкверт, А.М. Холманов,О.Ю. Осадчая. –М.: Экономика, 2016. –495 с.

196. Приступа, В. Н. Влияние генотипа бычков калмыцкой породы на продуктивность, химический состав мяса туши и длиннейшего мускула спины / В. Н. Приступа, Д. С. Торосян, Р. З. Азаев // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2024. – № 1(51). – С. 54-60.

197. Приступа, В. Н. Биоконверсия питательных веществ корма в мясо туши бычков калмыцкой породы разных родственных групп / В. Н. Приступа, Д. С. Торосян, Р. З. Азаев, Н. Н. Тищенко // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2024. – № 1(51). – С. 72-78.

198. Приступа, В. Н. Мясная продуктивность потомков быков-улучшателей калмыцкой породы / В. Н. Приступа, Д. С. Торосян, Р. З. Азаев, Н. Н. Колосова // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. – 2024. – № 3(45). – С. 70-82.

199. Рациональное использование продуктивного потенциала крупного рогатого скота / Р.С. Юсупов, А.М. Белоусов, Х.Х. Тагиров - М.:Лань, 2008. – 266 с.

200. Рекомендации по геномной оценке крупного рогатого скота / Л.А. Калашникова, Я.Ф. Хабибрахманова, И.Ю. Павлова [и др.] –Лесные Поляны: ВНИИплем, 2015. –35 с.

201. Рекомендации по использованию методов генетического мониторинга в селекции крупного рогатого скота и свиней / А.А. Новиков, Л.А. Калашникова, М.С. Семак, А.И. Хрунова. –Лесные Поляны: ВНИИплем, 2015. –23 с.

202. Рекомендации по способам контроля акклиматизации скота голштинской породы и их помесей / Н.А. Попов, А.А. Некрасов, Л.К. Марзанова[и др.] - Дубровицы: ВИЖ им. ЛК Эрнста, 2018 –40 с.

203. Ресурсосберегающая технология ведения мясного скотоводства: рекомендации / Р.С. Гизатуллин, Ф.С. Хазиахметов, Т.А. Седых. –Уфа: Издательство Башкирский ГАУ, 2011. –56 с.

204. Ресурсосберегающая технология разведения мясного скота и производства говядины: рекомендации / Р.С. Гизатуллин, Ф.С Хазиахметов,Т.А. Седых, Р.М. Мударисов. –Уфа: БГАУ, 2013. –64 с.

205. Ростовцева, Н.М. Акклиматизация и адаптация абердин-ангусскогоскота в Красноярском крае / Н.М. Ростовцева, О.Н. Кошурина, О.В.Иванова // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства, 2014. –Т.3. - № 7. – С.250-253.

206. Рябов, Р.И. Сезонная динамика биохимических показателей крови быков производителей / Р.И. Рябов, А.И. Любимов // Вестник Ижевскойгосударственной сельскохозяйственной академии. - 2012. - № 2 (31). - С. 10-11.

207. Сало, А. Стрессоустойчивость и мясная продуктивность чистопородных и помесных бычков / А. Сало, В. Попов, В. Королев, М.

Поберухин, Д. Ранделин // Молочное и мясное скотоводство. - 2010. - № 6. - С. 15-17.

208. Сафина, Н.Ю. Ассоциация полиморфизма гена–кандидата лептин с энергией роста и физическим развитием голштинского крупного рогатого скота/ Н.Ю. Сафина, Ю.Р. Юльметьева, Т.М. Ахметов, Ш.К. Шакиров, Ф.Ф.Зиннатова // Ветеринарный врач. - 2017. - № 6. - С. 52-56.

209. Сафина, Н.Ю. Ассоциация полиморфизма гена тиреоглобулина с интенсивностью роста и воспроизводительных качеств голштинского скота/ Н.Ю. Сафина, Ш.К. Шакиров, Ф.Ф. Зиннатова, М.Ш. Тагиров, Ю.Р.Юльметьева // Ветеринарный врач. - 2018. - № 1. - С. 59-63.

210. Свитенко, О.В. Адаптация мясных пород скота в условиях Краснодарского края / О.В. Свитенко, М.Г. Григорьева, В.В. Затулеев // Материалы IX международной научно-практической конференции 21 век: фундаментальная наука и технологии. –CreateSpase, 2016 - С. 90-92.

211. Селионова, М.И. Особенности полиморфизма генов гормона роста(GH) кальпаина (CAPN1) быков-производителей мясных пород / М.И.Селионова, Л.Н. Чижова и [др.] // Вестник мясного скотоводства. - 2017. - № 2(98). - С. 65-72.

212. Сельцов, В.И. Продуктивные качества и экстерьерные особенности дочерей быков симментальской породы отечественного и австрийского происхождения/ В.И. Сельцов, А.А. Сермягин // Зоотехния. – 2010. –№4. –С. 2–8.

213. Скрипниченко, Г.Г. Формирование и адаптация популяции симментальской породы / Г.Г. Скрипниченко, Ю.Н. Добровольский, Н.Е. Добровольская, В.Б. Пучков, Л.И. Редкозубова, О.Б. Нежилова // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. –2016. - №4. –С. 11-19.

214. Совершенствование скота калмыцкой породы: монография / В.Х. Федоров, В.Н. Приступа, О.А. Бабкин, Д.С. Торосян ; под общей редакцией О.А. Бабкина. – Персиановский : Донской ГАУ, 2021. – 168 с.

215. Современные биотехнологии маркерной селекции сельскохозяйственных животных: учебное пособие / Л.Г. Моисейкина, Н.А. Зиновьева, П.М. Кленовицкий [и др.]–Элиста: ФГБОУ ВПО "Калмыцкий государственныйуниверситет", 2015. –209 с.

216. Современные технологии производства говядины на откормочных площадках круглогодового действия (по материалам Республики Башкортостан): Практическое руководство / Р.С. Гизатуллин, Т.А. Седых, А.А.Катков [и др.]–Уфа: Башкирский ГАУ, 2018 –52 с.

217. Соловьева, О.И. Естественная резистентность коров черно-пестрой породы разного происхождения / О.И. Соловьева // Молочное и мясноескотоводство. –2010. - №5. –С. 52-57.

218. Солошенко, В.А. Влияние полиморфизма генов итиреоглобулина и соматотропина на интенсивность роста крупного рогатого скота / В.А. Солошенко, Г.М. Гончаренко, Б.О. Инербаев [и др.] // Проблемы биологии продуктивных животных. –2011. - №1. –С. 55-58.

219. Солошенко, В.А. О возможности использования генетических маркеров в селекции мясного скота для повышения качественных показателей мяса / В.А. Солошенко, Г.М. Гончаренко, А.А. Дворяткин, А.В. Плешаков //Вестник мясного скотоводства. –2013. –Т.1. - №17. –С. 27-30.

220. Солошенко, В.А. Специализированное мясное скотоводство Сибири, проблемы и их решение / В.А. Солошенко, В.Г. Гугля, П.Т. Золотарев [идр.] // Главный зоотехник. –2013. - № 3. –С. 20-32.

221. Солошенко, В.А. Сравнительный анализ мясных пород скота Сибирипо гену TG5 (мраморность мяса) / В.А. Солошенко, Г.М. Гончаренко, В.А. Плешаков, А.А. Дворяткин, Н.Б. Гришина, Т.С. Горячева // Достиженияинауки и техники АПК. - 2014. - №1. - С. 52-53

222. Состояние всемирных генетических ресурсов в сфере продовольствияи сельского хозяйства / Сборник ФАО-ВИЖ, [науч. ред. пер. с англ. С.Н. Харитонов и др.]. –Подольск: Подольская фабрика офсетной печати, 2010 –512 с.

223. Степанов, Д.В. Проблемы акклиматизации животных / Д.В.Степанов, Н.Д. Родина // Вестник Орловского государственного аграрного университета. –2012. –Т.34. - №1. –С.89-93.

224. Степанов, Д.В. Формирование приспособленности животных к температурам среды / Д.В. Степанов, А.К. Гафоров, А.В. Мамаев, Н.Д. Родина // Вестник Оренбургского государственного аграрного университета. –2015.- № 1(52). –С.51-60.

225. Степанов, Д.В. Formation of animal adahtion to thten viro mental temperatures / Д.В. Степанов, А.К. Гафоров, А.В. Мамаев, Н.Д. Родина [Электронныйресурс] Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/formationto-the-enviromental-temperatures

226. Столповский, Ю.А. Сравнительное исследование полилокусных спектров фрагментов ДНК, фланкированных участками микросателитных локусов(ISSR-PCR) у пород крупного рогатого скота // Ю.А. Столповский, Азари М. Ахани, Н.В. Кол, М.Н. Рузина, К.Ю. Столповский, Г.Е. Сулимова, В.И.Глазко // Известия ТСХА. –2009. -№3. С. 89–7.

227. Стрекозов, Н.И. Устойчивая производственная система получения говядины на основе российских пород мясного скота / Н.И. Стрекозов,Г.П. Легошин, Л.М. Половинко [и др.]. - Элиста, 2009, 152 с.

228. Сулимова, Г.Е. Оценка генетического потенциала отечественного скотапо признакам высокого качества мяса на основе ДНК-маркерных систем// Г.Е. Сулимова, А.А. Федюнин, Е.А. Климов, Ю.А. Столповский /Probl. Biol. Prod. Anim. –2011. -№ 1. –С. 62-64 324

229. Сулыга, Н.В. Продуктивные качества коров-первотелок голштинскойчерно-пестрой породы венгерской селекции в адаптационный период /Н.В. Сулыга, Г. П. Ковалева // Зоотехния. –2010. –№2. –С. 4-6.

230. Сурундаева, Л. Г. Аллельный полиморфизм гена тиреоглобулина у крупного рогатого скота мясных пород / Л. Г. Сурундаева // Вестник мясного скотоводства. – 2016. – № 3(95). – С. 47-53.

231. Тагиров, Х.Х. Качество мясной продукции молодняка различного генотипа и физиологического состояния / Х.Х. Тагиров, Р.С. Юсупов // Молочное и мясное скотоводство. –2003. - №4. –С. 5-9.

232. Таирова, А.Р. Особенности белкового метаболизма в организме коровсимментальской породы австрийской селекции в условиях агроэкосистемы Южного Урала / А.Р. Таирова, Л.Г. Мухамедьярова // Известия Оренбургскогогосударственного аграрного университета. - 2011. - № 1 (29). - С. 83-84.

233. Тамарова, Р. Адаптационные и продуктивные качества импортного иотечественного черно-пестрого скота при беспривязном содержании / Р.Тамарова, Н. Канарейкина // Молочное и мясное скотоводство. - 2010. - № 1. -С. 8-9.

234. Татаркина, Н.И. Обраки в Западной Сибири /Н.И. Татаркина,А.П. Булатов //Зоотехнии. –2007. - №8. –С.25-26.

235. Текеев, М. Оценка животных кубанского типа красной степной породыв зависимости от линейной принадлежности / М. Текеев, А. Чомаев //Зоотехния. - 2012. - № 5. - С. 23-24.

236. Тихонов, С.Л. Качество мяса и мясопродуктов при стрессе убойныхживотных / С.Л. Тихонов. - Екатеринбург-Троицк, 2017. –158 с.

237. Тихонов, С.Л. Определение стрессоустойчивости у бычков / С.Л.Тихонов, Н.В. Тихонова, А.М. Монастырев // Зоотехния. - 2006. - № 4. - С. 20-21.

238. Толочка, В.В. Акклиматизация калмыцкого скота в Приморском крае/ В.В. Толочка // Ученые записки Казанской государственной академииветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. –2014. –Т.217. –С. 367-371.

239. Торосян, Д. С. Производство высококачественной, рентабельной говядины / Д. С. Торосян, Р. З. Азаев, В. Н. Приступа // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2024. – № 3(53). – С. 72-79.

240. Требова, С.В. Анализ биохимических показателей крови голштинского скота в период акклиматизации в ООО «Раковское» Приморского края /Теребова С.В., Колтун Г.Г., Подвалова В.В. [и др.] // Естественные и технические науки. - 2018. - № 2 (116). - С. 73-78.

241. Тузов, И.Н. Сравнительная характеристика роста голштинских телок, полученных от импортных коров / И.Н.Тузов, А.В.Кузнецов, В.С. Дешкина // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2010. -№24. –С. 21-25.

242. Тюлебаев, С.Д. Эффективность кроссов мясных симменталов /С.Д. Тюлебаев, М.Д. Кадышева, С.М. Канатпаев, В.Г. Литовченко // Вестник мясного скотоводства. 20- 17. - № 4 (100). - С. 76-81.

243. Тюлебаев, С.Л. Особенности роста симментальских бычков в условиях содержания по технологии мясного скотоводства / С.Л. Тюлебаев, Л.З. Мазуровский, М.Д. Кадышева, В.Г. Литовченко // Зоотехния. –2011. - №5. –С. 19-20.

244. Управление репродукцией в мясном скотоводстве: практическое руководство / Г.П. Легошин, Л.М. Половинко, С.Г. Ниценко [и др.]. - Дубровицы: ГНУ ВИЖ Россельхозакадемии, 2014. –88 с.

245. Урядников, М.В. Оценка аллелей и генотипов соматотропина по полиморфизму и живой массе коров черно-пестрой породы //М.В. Урядников, И.Х. Улубаев / Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2011. - № 3 (77). - С. 80-83.

246. Устойчивая производственная система получения говядины на основе российских пород мясного скота / Н.И. Стрекозов, Г.П. Легошин, Л.М. Половинко [и др.]. –Элиста: Калмыцкое книжное издательство, 2009 – 152 с.

247. Учебно-методическое пособие по проведению научно-исследовательских работ в скотоводстве / Х.Х. Тгиров, Р.С. Гизатуллин,Т.А. Седых –Уфа: Издательство Башкирский ГАУ, 2007. –80 с.

248. Федеральная служба государственной статистики. Сельское хозяйствои балансы производственных ресурсов. [Электронный ресурс] Режим доступа http://www.gks.ru/ connect/rosstat_main/statistics/databases/04.04.2016.

249. Федоров, В. Х. Состояние и пути развития селекционно-племенной работы в Ростовской области / В. Х. Федоров, П. А. Никитеев, В. В. Федюк // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2022. – № 4(46). – С. 97-104.

250. Фисинин, В.А. Генетический потенциал скота и его использование/ В.А. Фисинин // Животноводство России. - 2003. - № 2. - С. 2-5.

251. Хабибрахманова, Я.А. Полиморфизм генов молочных белков и гормонов крупного рогатого скота / автореф. дисс. канд. биол. наук: 06.02.01// Я.А. Хабибрахманова –Лесные Поляны. 2009.19 с.

252. Хакимов, И.Н. Убойные и морфологические показатели туш бычков бестужевской породы и ее помесей с лимузинами / И.Н. Хакимов, Т.Н. Юнушева, Р.М. Мударисов // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук, 2010. - № 3. –С. 69-70.

253. Хакимов, И.Н. Химический и аминокислотный состав мяса бычков ангусской и лимузинской пород / И.Н. Хакимов, М.И. Хакимова, Р.М. Мударисов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. –2010. - № 4. –С.105-108.

254. Хакимов, И.Н. Экстерьерно-конституциональные особенности коров герефордской породы ООО «КХ «Полянское» / Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. –2014. - №1. –С. 101-105.

255. Халафян, А.А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных /А. А. Халафян. –Москва: ООО «Бином-Пресс», 2007. –512 с.

256. Харзинова, В.Р. Генетическая характеристика свиней белорусской селекции с использованием ДНК-маркеров / В.Р. Харзинова, Н.А. Лобан, Т.В. Карпушкина [и др.] // Свиноводство. - 2018. - № 8. - С. 63-66.

257. Харзинова, В.Р. Изучение генотипов Днк-маркеров GH, DGAT1 и TG5 в связи с линейной принадлежностью и уровнем молочной продуктивности коров черно-пестрой породы: диссертация кандидата биологических наук:03.02.07 / В.Р. Харзинова. - Дубровицы, 2011. - 115 с.

258. Харламов, Е.Ю. Воспроизводство стада – важнейший технологический фактор повышения конкурентоспособности молочного скотоводства /Е.Ю. Харламов // Зоотехния. –2013. - №12. –С. 25-26.

259. Хатами, С.Р. ДНК полиморфизм генов гормона роста и пролактина у ярославского и черно-пестрого скота в связи с молочной продуктивностью// С.Р. Хатами, О.Е. Лазебный, В.Ф. Максименко, Г.Е. Сулимова // Генетика. 2005. - Т. 41. - № 2. - С. 229–36.

260. Хохлова, А.П. Хозяйственно-биологические особенности симментальского и обракского скота при чистопородном разведении и скрещивании/ автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидатасельскохозяйственных наук. - Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. И.И. Иванова, 2006. –19 с.

261. Хромова, Л. Г. Полноценное кормление – основной фактор создания высокопродуктивных стад красно-пестрой породы / Л. Г. Хромова, А.В. Востроилов, Е. С. Жаринов // Зоотехния. –2010. –№6. –С. 6-8.

262. Цымбал, О.Н. Морфологические и биохимические изменения крови ввозимых пород крупного рогатого скота молочного направления в процессе адаптации к аридной зоне Астраханской области // О.Н. Цымбал, М.В.Лазько // Современные проблемы науки и образования. –2014. - №5. – С.754.

263. Чадаев, Ю.А. Разработка ДНК-технологий для оценки генетического потенциала мясного скота на мраморность и мягкость мяса / Ю.А. Чадаев, О.Б. Генджиева // Ползуновский альманах. - 2010. - № 2. - С. 327-328.

264. Четвертаков, И.М. Биоэнергетический подход к повышению мясной продуктивности крупного рогатого скота / И.М. Четвертаков // Зоотехния. –2012. - №9. –С. 21-23.

265. Чугай, Б.Г. Генотип и технология откорма //Б.Г. Чугай / Животноводство России. - 2010. - № 2. - С. 45-48.

266. Шарафутдинов, Г.С. Холмогорский скот Татарстана: эволюция, совершенствование и сохранение генофонда / Г.С. Шарафутдинов, Ф.С. Сибагатуллин, К.К. Аджибеков [и др.]. –Казань: Издательство Казанского университета, 2004. –292 с.

267. Шарафутдинова, Е.Б. Адаптивная реакция импортного скота голштинской породы на температурные условия среды / Е.Б. Шарафутдинова, А.П. Жуков, Н.Ю. Ростова // Известия оренбургского государственного аграрного университета. –2016. - №2 (58). –С.156-159.

268. Шарипов, А.А. Использование генетических ДНК-маркеров в оценке качества говядины лимузинской породы / А.А. Шарипов, Ш.К. Шакиров, Ю.Р.Юльметьева, И.Т. Бикчантаев // Ветеринарный врач. - 2016. - № 4. - С. 58-61.

269. Шарипов, А.А. Молекулярно-генетические аспекты селекции мясного скота по мраморности мяса / А.А. Шарипов, Ш.К. Шакиров, Ю.Р. Юльметьева, Л.И. Гафурова // Вестник мясного скотоводства. –2014. –Т. 2. - №.85. –С. 59-64.

270. Шевхужев, А.Ф. Адаптация и естественная резистентность телок ярославской породы на юге России / А.Ф. Шевхужев, В.М. Иванов, О.В.Удалова // Зоотехния. –2009. –№4. –С. 21-22.

271. Шевхужев, А.Ф. Выращивание и откорм бычков с различной технологией / А.Ф. Шевхужев, Ф.Н. Саитова // Успехи современного естествознания. - 2007. - № 1. - С. 46.

272. Шевхужев, А.Ф. Мясная продуктивность и качество мяса бычков, выращенных в условиях промышленного комплекса / А.Ф. Шевхужев, Р.О. Абдокова, П.А. Шейкин // Зоотехния. - 2006. - № 12. - С. 11-13.

273. Шепелева, Т.А. Особенности биохимического и биоэлементного статуса импортированного крупного рогатого скота голштино-фризской породы вусловиях Южного Урала / Т.А. Шепелева // Аграрный вестник Урала. -2011. - № 09 (88) –С. 18-19.

274. Шкуратова, Г.М. Рост, развитие и физиологическое состояние телят симментальской породы немецкой и местной селекции в условиях Забайкалья/ Г.М. Шкуратова // Главный зоотехник. - 2011. - № 10. - С. 5-8.

275. Эленгшлегер, А.А. Показатели обмена веществ племенного импортного скота при адаптации в условиях Алтайского края / А.А. Эленшлегер, А.В. Требухов, М.З. Андрейцев, О.Ю. Рудишин // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. –2014. - № 4 (114). –С. 80-82.

276. Эрнст, Л.К. Мониторинг генетического груза в чёрно-пёстрой, голштинской и айрширской породах крупного рогатого скота // Л.К.Эрнст, А.И. Жигачев, В.А Кудрявцев / Зоотехния. - 2007. - № 3. - С. 5-10.

277. Эрнст, Л.К. Современные проблемы селекции животных на резистентность к болезням / Л.К. Эрнст, Н.Г. Дмитриев, А.И. Жиначев // Сельскохозяйственная биология. –1979. –Т.15. –Вып.3. –С. 345-348.

278. Эффективность использования абердин-ангусского и лимузинскогоскота для производства говядины: монография / Р.Ш. Давлетов, Х.Х.Тагиров, Р.Р. Шакиров. –Уфа: Издательство Башкирский ГАУ, 2005. – 108 с.

279. Эффективность межпородного скрещивания: монография / А.А.Ким, И.Н. Губайдуллин, Х.Х. Тагиров. –Уфа: Издательство БГАУ, 2009. –151 с.

280. Ailhaud G.Cellular and molecular aspects of adipose tissue development / G. Ailhaud, P. Grimaldi, R. Negrel // Annu. Rev. Nutr. –1992. - №12. –P. 207-233.

281. Akcay A. Determination of the AluI polymorphism effect of bovine growthhormone gene on carcass traits in Zavot cattle with analysis of covariance /

A.Akcay, B. Akyuz, D. Bayram // Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences.–2015. –V. 39. –p.p. 16–2.

282. Albers C. Angus remains Industry / C. Albers // Angus J. - 2009. -vol. 31. - p.p. 46–1.

283. Anderson R. V. An evaluation of production and economic efficiency oftwo beef systems from calving to slaughter / R.V. Anderson, R.J. Rasby, T.J.Jopfenstein, R.T. Clark // J. Anim. Sci. - 2005. - 83. - p.p. 694-704.

284. Anton I. Effect of leptin, DGAT1 and TG gene polymorphisms on the intramuscularfat of Angus cattle in Hungary / I. Anton, K. Kovacs, G. Hollo [etal.] // Livestock Science. - 2011. - №135. - p.p. 300–03.

285. Ardiyanty A. Effects of GH gene polymorphism and sex on carcass traitsand fatty compositions in Japanese Black cattle / A. Ardiyanty, Y. Oki, K. Suda[et al.] // Animal Science Journal. - 2009. - № 80. - p.p. 62-69.

286. Aviles C. Associations between *DGAT1*, *FABP4*, *LEP*, *RORC*, and *SCD1* genepolymorphisms and fat deposition in Spanish commercial beef / C. Aviles, O. Polvillo, F. Pena [et al.] // Animal Biotechnology. –2015. - № 26(1). - p.p. 40-44.

287. Barendse W. J. The *TG5* thyroglobulin gene test for a marbling quantitativetrait loci evaluated in feedlot cattle / W.J. Barendse, R. Bunch, M. Thomas [et al.] / Australian Journal of Experimental Agriculture. - 2004. - № 44(7). –p.p. 669–674.

288. Barendse W. The effect of genetic variation of the retinoic acid receptor relatedorphan receptor C gene on fatness in cattle // W. Barendse, R.J. Bunch,J.W. Kijas, M.B. Thomas // Genetics. - 2007. - V. 175. - № 2. - P. 843–53.

289. Barendse W. The effect of variation at the retinoic acid receptorrelated orphanreceptor C gene on intramuscular fat percent and marbling score in Australiancattle / W. Barendse, R.J. Bunch, B.E. Harrison / J. Anim. Sci. - 2010. - V. 88.- № 1. P. 47–1.

290. Barendse W.J. *TG5* DNA marker test for marbling capacity in Australianfeedlot cattle / W.J. Barendse, R. Bunch, M. Thomas [et al.] - Proc. Beef QualityCRC Marbling Symp, 2001. - P. 52-57.

291. Bauman D. Bovine somatotropin and lactation: from basic science to commercialapplication / D. Bauman / Domestic Animal Endocrinology. - 1999. - V.17. - P. 101-116.

292. Biswas T.K. Growth Hormone Gene Polymorphism and Its Effect on BirthWeight in Cattle and Buffalo / T.K. Biswas, T.K. Bhattacharya, A.D. Narayan [etal.] // AsianAustralasian Journal of Animal Sciences. –2003. –V. 16. –P. 494–97.

293. Blast D.E. Body Condition Management Tool for Monitoring NutritionalStatus of Beef Cows / D.E. Blast, R.J. Rasby, I.G. Rush, C.R. Quinn // Un-tof Nebraska. –2008. - p.p. 1-14.

294. Broglia A. Pastoralism and displacement: strategies and limitations in livestockraising by Sahrawi refugees after thirty years of exile / A. Broglia, G.Volpato // Journal of Agriculture and Environment for International Development. -2008. - № 1/2 (102). –p.p 105-122.

295. Buchanan F.C. Association of a missense mutation in bovine leptin genewith carcass fat content and leptin mRNA levels / F.C. Buchanan, C.J. Fitzsimmons,A.G. Van Kessel [et al.] // Genet. Sel. Evol. - 2002. - №34. –p.p.105-16.

296. BurešD. Growth performance, carcass traits and meat quality of bulls andheifers slaughtered at different ages / D. Bureš L. Bartoň// Czech Journal ofAnimal Science. - 2012. - №57. - P. 34-43.

297. Burrow H. M. Relationships between carcass and beef quality and componentsof herd profitability in northern Australia / Burrow H.M., Johnston D.J., BarwickS.A. [et al.] // Proc. Assoc. Advan. Anim. Breed. Gen. - 2003. - №15. –p.p. 359-362.

298. Carvalho T.D. Association of polymorphisms in the leptin and thyroglobulingenes with meat quality and carcass traits in beef cattle / T.D.

Carvalho, F.Siqueira, R.A.A.T. Júior [et al.] // Revista Brasileira de Zootecnia. – 2012. - v.41. -№10. –p.p. 2162-2168,

299. Casas E. Assessment of single nucleotide polymorphisms in genes residingon chromosomes 14 and 29 for association with carcass composition traits in Bos indicuscattle / E. Casas, S.N. White, D.G.Riley [et al.] // J. Anim. Sci. – 2005. – Vol. 83. –P. 13–9.

300. Chassot A. PASTO: animal performance and economical results / A.Chassot, K.A. Deslandes // Agrarforschung. - 2009. - №6(8). –p.p. 308-313

301. Choroszy B. Wyniki stac jonarne joceny war toscihodowlanejbuhajowrasysimentalskiejwzakresiecechmiesnych (seriaXVR) / B. Choroszy, Z. Choroszy, A. Miejski, H. Korzonek [etal.] // Wynikiocenywart. hod. buhajowrasypol. czerw. isement. - 2008. - N 3. - C. 53-62

302. Chrenek P.Relationships of growth hormone genotypes with meat productiontraits of Slovak Pied bulls / P. Chrenek, J. Kmet, T. Sakowski [et al.] //Czech Journal of Animal Science. –1998. –V. 43. –P. 541–44.

303. Climate statistics for Australian locations [Electronic resource]http://www.bom.gov.au/climate/ tables/cw_066062_All.shtml-10.11.2016.

304. Cowan C.M. Restriction fragment length polymorphism associated withgrowth hormone and prolactin genes in Holstein bulls: evidence for a novel growthhormone allele / C.M. Cowan, M.R. Dentine, R.L. Ax, L.A. Schuler // AnimalGenetics. - 1989. - №20. - 157-165.

305. Curi A. Associations between *LEP, DGAT1* and *FABP4* gene polymorphismsand carcass and meat traits in Nelore and crossbred beef cattle / A. Curi, L.A.L.Chardulo, M.D.B. [et al.] // Arrigoni Livestock Science. - 2011. - №135. –p.p. 244–250

306. Curi R.A. Growth and carcass traits associated with GH1/Alu I andPOU1F1/Hinf I gene polymorphisms in Zebu and crossbred beef cattle / R.A.Curi, D.A. Palmieri, L. Suguisawa [et al.] // Genetics and Molecular Biology. –2006.–V. 29. –P. 56–1.

307. De S. Detection of quantitative trait loci for marbling and backfat in wagyu×limousinF2 crosses using a candidate gene approach / S. De, M.D. Mac-Neil, X.L. Wu [et al.] // Amer. Soc. Anim. Sci. - 2004. - V. 55 - P. 95.

308. Di Stasio L. Lack of association of GH1 and POU1F1 gene variants withmeat production traits in Piedmontese cattle / L. Di Stasio, S. Sartore, A. Alberta// Animal Genetics. –2002. –V. 33. –P. 61–4.

309. Добрянська М.Л. Генетична структура м′ясних порід великоїрогатої худоби за різними тимами ДНК-маркеров / М.Л. Добрянська // Разведе- ния I генетика тварин. –2014. - № 48. –С.183-188.

310. Dokso A. Ivanković*A.*, Zečvić*E.*, Brka M. Effect of DGAT1 gene variantson milk quantity and quality / A. Dokso, *A.* Ivanković *E.* Zečvić M.Brka // Mljekarstvo / Dairy. - 2015. - № 65 (4). - P. 238-242

311. Dunner S. Genes involved in muscle lipid composition in 15 European Bostaurus breeds / S. Dunner, N. Sevane, D. Garcia [et al.] / Anim. Genet. - 2013.- V. 44. - № 5. - P. 493–01.

312. Dybus A. Associations between Leu/Val polymorphism of growth hormonegene and milk production traits in BlackandWhite cattle / A. Dybus // Arch.Tierz., Dummerstorf. - 2002. - V. 45. - № 5. - P. 421–28.

313. Fortes M.R.S. Bovine gene polymorphisms related to fat deposition andmeattenderness / M.R.S. Fortes, R.A. Curi, L.A.L. Chardulo [et al.] // Geneticsand Molecular Biology –2009. –Vol. 32. –P. 75–2.

314. Gan Q.-F. Association analysis of thyroglobulin gene variants with carcassand meat quality traits in beef cattle / Q.-F. Gan, L.-P. Zhang, J.-Y. Li [et al.]// J. of App. Gen. –2008. - V. 49.- P.251-255.

315. Giblin L. Association of bovine leptin polymorphisms with energy outputand energy storage traits in progeny tested Holstein-Friesian dairy cattle sires /L. Giblin, S.T. Butler, B.M. Kearney [et al.] // BMC Genetics. - 2010. - № 11. - P.73

316. Gill J.L. Association of selected SNP with carcass and taste panel assessedmeat quality traits in a commercial population of Aberdeen Angus-sired

beef cattle/ J.L. Gill, S.C. Bishop, C. McCorquodale [et al.] // Genetics Selection Evolution/- 2009. - V. 41. - P. 36

317. Grisart B. Positional candidate cloning of a QTL in dairy cattle: identificationof a missense mutation in the bovine DGATl gene with major effect on milkyield and composition / B. Grisart, W. Coppieters, F. Farnir [et al.] // GenomeResearch. - 2002. - № 12. - С. 222-231.

318. Grochowska R. Genetic variation in stimulated GH release and in IGF-I ofyoung dairy cattle and their associations with the leucine/valine polymorphism in theGH gene / R. Grochowska, P. Sorensen, L. Zwierzchowski [et al.] // Journal ofAnimal Science. –001. –V. 79. –P. 470–76.

319. Hetch C. Variants within the 5'-flanking region and the intron I of the bovinegrowth hormone gene / C. Hetch, H. Gelderman // Animal genetics. -1996. - №27. –P. 329-332.

320. Hilbert P. Analysis of genetic variation in the Belgian blue cattle breed usingdna sequence polymorphism at the growth hormone, low density lipoprotein receptor,a-subunit of glycoprotein hormones and thyroglobin loci / P. Hilbert,A. Marcotte, A. Schwers [et al.] / Animal Genetics. - 1989. - №20. –P. 383-394.

321. Hou G.Y. Association of thyroglobulin gene variants with carcass and meatquality traits in beef cattle / G.Y. Hou, Z.R. Yuan, H.L. Zhou [et al.] // MolecularBiology Reports. - 2011. - №38. - P 4705-4708.

322. Houseknecht K.L. The biology of leptin: a review / K.L. Houseknecht,C.A. Baile, R.L. Matteri, M.E. Spurlock // J Anim Sci. –1998. –Vol. 76. –P. 1405–420.

323. Kaminski S. Towards an integrated approach to study SNPs and expressionof candidate genes associated with milk protein biosyn thesis / S. Kaminski, T.Malewski, A. Ahman [et al.] / Genetika. - 2008. - V. 44. - № 4. - P. 532–38.

324. Karolyi D. The effect of sex and *DGAT1* polymorphism on fat depositiontraits in Simmental beef cattle [Text] / D. Karolyi, Vlatka Ubri-Urik, K

Salajpal, MarijaĐkic // Acta Veterinaria (Beograd). - 2012. - Vol. 62. - No. 1. –P. 91-100,

325. Katoh K. Interaction of GH polymorphism with body weight and endocrinefunctions in Japanese black calves / K. Katoh, S. Kouno, A. Okazaki [et al.] //Domestic Animal Endocrinology. - 2008. –V. 34. –P. 25–0.

326. Kaupe B. DGAT1 polymorphism in Bos indicus and Bos Taurus cattlebreeds / B. Kaupe, A. Winter, R. Fries, G. Erhardt // Anim Genet. –2004. - №71. –P. 182–87.

327. Komisarek J. Impact of LEP and LEPR gene polymorphismson functionaltraits in Polish Holstein-Friesian cattle / J. Komisarek //Animal Science Papersand Reports. - 2010. –V.10. - P.133-141.

328. Komisarek J. Impact of leptin gene polymorphismson breeding value formilk production traits in cattle / J. Komisarek, J. Szyda, A. Michalak, Z. Dorynek// J. Anim. Feed Sci. - 2005. - № 14. - P.491–00.

329. Komisarek J. The effects of polymorphisms in DGAT1, GH and GHRgenes on reproduction and production traits in Jersey cows / J. Komisarek, A.Michalak, A. Walendovska // Animal Science Papers and Reports. - 2011. - V. 29. -№ 1. - P. 29-36

330. Koopaei H.Kh. Effect of DGAT1 variants on milk composition traits in IranianHolstein cattle population / H.Kh. Koopaei, M.R.M. Abadi, Saeid Ansari Mahyari[et al.] // Animal Science Papers and Reports. –2012. - V. 30. -№ 3. –P. 231-239

331. Lacorte G.A. DGAT1 K232A polymorphism in Brazilian cattle breeds/ G.A. Lacorte, M.A. Machado, M.L. Martinez [et al.] // Genet. Mol. Res. – 2006. - №5. –P. 475–82.

332. Lagziel A. An Mspl polymorphism at the bovine growth hormone (bGH)gene is linked to a locus affecting milk protein percentage / A. Lagziel, E.Lipkin, E. Ezra, M. Soller // Anim Genet. - 1999. - 30(4). –P. 296-299.

333. Lecky T.P. The Development of the Jamaica Hope as a Tropical-AdaptedDairy Breed / T.P. Lecky // United Nations Conference on the Application

of Scienceand Technology for the Benefit of the Less Developed Areas, 1962. - p.p. 1-18.

334. Lee J.H. Identification of Single Nucleotide Polymorphisms (SNPs) of the Bovine Growth Hormone (bGH) Gene Associated with Growth and Carcass Traits inHanwoo / J.H. Lee, Y.M. Lee, J.Y. Lee [et al.] // Asian-Australas J. Anim. Sci.–2013. - №26(10). –p.p 1359-64.

335. Li X. Association of polymorphisms at *DGAT*1, leptin, *SCD1*, *CAPN1* and*CAST* genes with color, marbling and water holding capacity in meat from beef cattlepopulations in Sweden / X. Li, M. Ekerljung, K. Lundstrom, A. Lunden //Meat Science. - 2013. - №94. –p.p. 153–58

336. Lucy M.C., Hauser S.D., Eppard P.J., Krivi G.G., Clark J.H., Bauman D.E.Collier R.J. Variants of somatotropine in cattle: Gene frequencies in major dairybreeds and associated milk production / M.C. Lucy, S.D. Hauser, P.J. Eppard,[et al.] // Domest. Animal Endocrinol. - 1993. - №10. –P. 325-333.

337. Mathis C.P. Managing and Feeding Beef Cows Using Body. ConditionScores / C.P. Mathis, J.E. Sawyer, R. Parker. - New Mexico State University,2002. - p.p. 1-12.

338. Mears G.J. Effect of Wagyu genetics on marbling, back fat, and circulatinghormones in cattle / G.J. Mears, P.S. Mir, D.R.C. Bailey, S.D.M. Jones // Can.J. Anim. Sci. - 2001. - №81. –p.p. 6573.

339. Mézáos G. Elevated haplotypes frequencies reveal similarities for selectionsignatures in western and Russian Simmental population / G. Mézáos, J. Sökner,M. Fornara [et al.] // Journal of Central European Agriculture. - 2019. - 20 (1) - P. 1-11.

340. Mitra A. Polymorphisms at growth hormone and prolactin loci in Indiancattle and buffalo / A. Mitra, P. Schlee, C.R. Balakrishnan [et al.] // J. AnimalBreeding and Genetics. - 1995. - V. 112. - P. 71–4.

341. Moore S. Fine mapping of quantitative trait loci and assessment of positionalcandidate genes for back fat on bovine chromosome 14 in a commercial

line of *BosTaurus II* / S. Moore, C. Li, J. Basarab [et al.] // J. Anim. Sci. - 2003. - №81. – 336P. 1919-1925.

342. Oikonomou G. The effects of polymorphisms in the DGAT1, leptin andgrowth hormone receptor gene loci on body energy, blood metabolic and reproductivetraits of Holstein cows / G. Oikonomou, K. Angelopoulou, G. Arsenos, D. Zygoyiannis // Anim. Genet. - 2009. - V. 40. - № 1. - P. 10–17.

343. Oka A. Effects of growth rate during the early fattening period on growth,carcass characteristics and circulating hormones in the different growth hormonegenotypes of Japanese black steers / A. Oka, F. Iwaki, E. Iwamoto, R. Tatsuda// Animal Science Journal. - 2007. - №78. –P. 142–50.

344. Oprzadek J. Associations between polymorphism of some candidate genesand growth rates, feed intake and utilisation, slaughter indicators and meet quality incattle / J. Oprzadek, K. Flisikowski, L. Zwierzchowski [et al.] // Archiv furTierzucht. –2005. –V. 48. –P. 81–7.

345. Oprzadek J. The effect of growth hormone (GH), κ-kasein (CASK) and β-lactoglobulin (BLG) genotypes on carcass traits in Friesian bulls / J. Oprzadek,E. Dymnicki, L. Zwierzchowski [et al.] // Animal Science Papers and Reports. – 1999. –V. 17. –P. 85–2.

346. Pal A. Detection of Polymorphism of Growth Hormone Gene for the Analysisof Relationship between Allele Type and Growth Traits in Karan Fries Cattle/ A. Pal, A. K. Chakravarty, T. K. Bhattacharya [et al.] // Asian-AustralasianJournal of Animal Sciences. –2004. –V. 17. –P. 1334–337.

347. Pannier L. Association analysis of single nucleotide polymorphisms inDGAT1, TG and FABP4 genes and intramuscular fat in crossbred Bos taurus cattle / L. Pannier, A.M. Mullen, R.M. Hamill // Meat Sci. –2010. - 85(3). –P. 515.

348. Pereira A.P. Association of GH and IGF-1 polymorphisms with growthtraits in a synthetic beef cattle breed / A.P. Pereira, M.M. Alencar, H.N.Oliveira [et al.] // Genetics and Molecular Biology. –2005. –V. 28. –P. 230–36.

349. Pilarczyk R. Comparison of calf rearing results and nursing cow performancein various beef breeds managed under the same conditions in north-westernPoland / R. Pilarczyk, J. Wócik // Czech Journal of Animal Science. - 2007. -№52(10). –P. 325-333.

350. Reis C. Growth hormone AluI polymorphism analysis in eight Portuguesebovine breeds / C. Reis, D. Navas, M. Pereira [et al.] // Archivos de Zootecnia.–2001. –V. 50. –P. 41–48.

351. Rodrigues C.V. Identification of a novel polymorphism in the promoter regionof the bovine growth hormone gene / C.V. Rodrigues, S.E.F. Guimaraes,E.D. Neto, L.E.L. Pinheiro // Animal Genetics. - 1998. - № 29. - P. 65-66.

352. Sadeghi M. Association between Gene Polymorphism of Bovine GrowthHormone and Milk Traits in the Iranian Holstein Bulls / M. Sadeghi, M. MoradiShahr-e-Babak, A.G. Rahimi, Nejati Javaremi //Anim. Sci. - 2008. - №2. – p.p. 1-6.

353. Shagin D.A. A novel method for SNP detection using a new duplex-specificnuclease from crab hepatopancreas // D.A. Shagin, D.V. Rebrikov, V.B. Kozhemyako[et al.] // Genome Research. –2002. - №12. –P. 1935-1942.

354. Sharifzadeh A. Genetic Polymorphism at the Leptin Gene in Iranian HolsteinCattle by PCR-RFLP / A. Sharifzadeh, A. Doosti, S. Moshkelani // Journalof Animal and Veterinary Advances - 2010. - №9 –P - 1420-1422.

355. Sharifzadeh A. Investigation of leptin gene polymorphism in Iranian native cattle/ A. Sharifzadeh, A. Doosti // Bulg. J. Vet. Med. - 2012. - №15. - №2. P. 86−92.

356. Shin S.C. Association of SNP Marker in the Thyroglobulin Gene with Carcassand Meat Quality Traits in Korean Cattle / S.C. Shin, E. R. Chung //Asian-Aust. J. Anim. Sci. –2017. -Vol. 20. - No. 2. –p. 172-177.

357. Silveira L.G. Growth hormone 1 gene (GH1) polymorphisms as possiblemarkers of the production potential of beef cattle using the Brazilian

Canchim breedas a model / L. G. Silveira, L. R. Furlan, R. A. Curi [et al.] // Genetics and MolecularBiology. –2008. –V. 31. –C. 874–879.

358. Slosarz J. The influence of selected factors on Limousine and Charolaise beefcalves vitality. Annals of Warsaw agricultural university / J. Slosarz // Animal science. - 2010. - №47. –P. 185-192.

359. Smaragdov M.G. Association of the DGAT1 gene polymorphism in bullwith cow milk performance / M. G. Smaragdov // Animal Genetics. - 2011. - V.47. - P. 126-132.

360. Søensen B.M. Storage lipid accumulation and acyltransferase action in developingflaxseed / B.M. Søensen, T.L. Furukawa-Stoffer, K.S. Marshall, [etal.] // Lipids. –2005. - №40(10). –P. 1043-1049.

361. Szyda J. Evaluation markers in selected genes for association with functionallongevity of dairy cattle / J. Szyda, M. Morek-Kopec, J. Komisarek, A. Zarnecki// BMC Genetics. - 2011. - №12. –P. 30.

362. Szyda J. Statistical modeling of candidate gene effects on milk productiontraits in dairy cattle / J. Szyda, J. Komisarek // J. Dairy sci. - 2007. - V. 90 - P.2971-2979.

363. Tambasco D.D. Candidate genes for growth traits in beef cattle crosses Bostaurus x Bos indicus / D.D. Tambasco, C.C. Paz, M.D. Tambasco-Studart [etal.] // Journal of Animal Breeding and Genetics. –2003. –V. 120. –P. 51–6.

364. Tantia M.S. *DGAT1* and *ABCG2* polymorphism in Indian cattle (Bos indicus)and buffalo (Bubalus bubalis) breeds / M.S. Tantia, R.K. Vijh, B.P. Mishra[et al.] // BMC Vet. Res. - 2006. - V.2. - P. 32.

365. Tatsuda K. Relationship of the bovine growth hormone gene to carcasstraits in Japanese black cattle / K. Tatsuda, A. Oka, E. Iwamoto [et al.] // J.Anim. Breed. Genet. –2008. - 125(1). –P. 45-49.

366. Tautz D. Hypervariability of simple sequences as a general source for polymorphicDNA markers / D. Tautz // Nucleic Acids Research. - 1989. - № 17.- P 6463-6471.

367. Thaller G. Effects of DGATl variants on milk production traits in German cattle breeds / G. Thaller,W. Kramer, A. Winter [et al.] // Journal of animal science. - 2003. - №8. - P. 1911-1918.

368. Turgeon A.A. Feedlot consultant's perspective on feeding and milling /A.A. Turgeon // High Plains Nutrition Conference/ -USA. - 2006. - p.p. 54-62.

369. Unanian M.M. Associations between growth hormone gene polymorphismand weight traits in Nellore bovines [Text] / M.M. Unanian, C.C. Barreto, A.R.Freitas [et al.] // Revista Brasileira de Zootecnia. –2000. –V. 29. –C. 1380–1386.

370. Walker D.F. Compare feeding diets on health performance, carcass traits/ D.F. Walker, O.B. Shmidt // J. Anim. Sci. –2005. -88.- p.p. 374-380.

371. Williams J.L. Estimation of breed and heterosis effects for growth and carcasstraits in cattle using published crossbreeding studies / J.L. Williams, I.Aguilar, R. Rekoya, J.K. Bertrend [et al.] // Journal of Animal Science. - 2010. - №2.- P. 460-466.

372. Winter A. Association of a lysine232 alanine polymorphism in a bovinegene encoding acyl-coa: diacylglycerol acyltransferase (DGATl) with variation at aquantitative trait locus for milk fat content / A. Winter, W. Kramer, F.A.O.Werner [et al.] // Proceedings of the National Academy of Sciences. - 2002. - №99. -P.p. 9300-9305.

373. Wolfe E.T. Country Pasture. Forage Resource Profiles of Australia [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.fao.org - 04.10.2016.

374. Wood D. Purification and characterization of pituitary bovine somatotropin / D. Wood, W. Salsgiver, T. Kasser [et al.] // Journal of biological chemistry.1989. Vol. 264. 14741-14747.

375. Wu X.X. Association of SCD1 and DGAT1 SNPs with the intramuscularfat traits in Chinese Simmental cattle and their distribution in eight Chinese cattlebreeds / X.X. Wu, Z.P. Yang, X.K. Shi [et al.] // Molecular Biology Reports. – 2012. –V.39. –p.p. 1065-1071

376. Yang D. Association of Polymorphisms of Leptin Gene with Body Weightand Body Sizes Indexes in Chinese Indigenous Cattle / D. Yang, H. Chen, X.Wang, Y. Wang // Journal of Genetics and Genomics. -2007. - №34(5) –P. 400-405.

377. Yoon D.H. Polymorphic Bovine Leptin Gene // D.H. Yoon, B.H.Cho, B.L. Park [et al.] / J.Anim.Sci. - 2005. - V.18. - №11. - P.1548-1551.

378. Yuan Z. Effects of DGAT1 gene on meat and carcass fatness quality in340Chinese commercial cattle / Z. Yuan, J. Li, J. Li [et al.] // Mol. Biol. Rep. - 2013. - №40. –P. 1947–1954

379. Z.T. Madeja DGAT1 K232A polymorphism in Brazilian cattle breeds/ Z.T. Madeja, G.A. Adamowicz Lacorte, M.A. Machado [et al.] / Genet. Mol. Res. - 2006. - V. 5. - № 3. - P. 475–82.

380. Zai-Wei Zhou Application of high-resolution melting for genotyping bovinemitochondrial DNA / Zai-Wei Zhou, Jing-Bin Yan, Yua Li, Zhao-Rui Ren //Biotechnol. Prog. - 2011. - №27(2). - P. 592-595.

381. Ziegler K. Body Condition Scoring Your Cow Herd / K. Ziegler // Alberta and rural development. - Canada: Ag. Info Centre, 2013. - p.p. 1-9.

382. Zwierzchowski L. An association of growth hormone, K-caseine, Blactobolubin,Leptin and PitI loci polymorphism with growth rate and carcass traits inbeef cattle / L. Zwierzchowski, J. Oprzadek, E. Dymnicki // Anim. Sci.papersand report. - 2001. - V. 19. - № 1. - P. 65-77.