

Убушиева Виктория Саналовна

**ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО МЯСА БЫЧКОВ КАЛМЫЦКОЙ
ПОРОДЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГЕНОТИПА**

4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов
и производства продукции животноводства

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова» и Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции»

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН
Горлов Иван Федорович

Официальные оппоненты: **Каратунов Вячеслав Анатольевич** – доктор сельскохозяйственных наук, доцент (ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина», доцент кафедры физиологии и кормления с.-х. животных); **Шахбазова Ольга Павловна** – доктор биологических наук, доцент (ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет», профессор кафедры естественнонаучных дисциплин).

Ведущая организация:
ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»

Защита состоится «___» _____ 2026 г. в _____ часов на заседании объединенного диссертационного совета Д 99.0.086.02 на базе ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции», ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова» по адресу: 400131, г. Волгоград, ул. Рокоссовского, 6.

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

Автореферат разослан «___» _____ 2026 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета



Мосолов Александр Анатольевич

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Ускорение роста производства говядины в настоящее время является актуальным направлением для увеличения ресурсов мяса в стране. Развитие специализированного мясного скотоводства позволяет увеличить производство мясной продукции (С.В. Логинов, 2018).

Мясное скотоводство входит в число приоритетных направлений сельского хозяйства в Республике Калмыкия (Л.Г. Моисейкина, 2022). Развитие данной отрасли в регионе обуславливает рациональное использование генетического потенциала крупного рогатого скота калмыцкой породы (Ф.Г. Каюмов, 2019). Повышение мясной продуктивности данной породы является актуальной задачей селекционно-племенной работы в хозяйствах республики.

В настоящее время в мясном скотоводстве всё чаще применяются молекулярно-генетические методы в селекции крупного рогатого скота мясных пород. Многими авторами изучены гены-маркеры, взаимосвязанные с продуктивными качествами мясного скота (Ф.Г. Каюмов, 2018; de Oliveira LG, 2019; В.М. Габидулин, 2019; Н.П. Герасимов, 2020; В.И. Колпаков, 2020; Laura Flore, 2023; М.И. Селионова, 2020; Ш.А. Макаев, 2020; Л.В. Евстафьева, 2022). Идентификация данных маркеров у крупного рогатого скота способствует раннему выявлению животных с высоким потенциалом продуктивности.

В связи с тем, что интенсификация мясного скотоводства представляет собой важную государственную задачу, особую актуальность приобретает увеличение численности поголовья мясного скота с высоким генетическим потенциалом. Эффективное использование генетического потенциала мясных пород невозможно без всестороннего изучения особенностей формирования продуктивных качеств у животных разных генотипов (Ф.Г. Каюмов, Р.Ф. Третьякова, 2020).

Учитывая растущий спрос на говядину по сравнению с другими видами мяса, ключевой целью животноводства в России стало наращивание темпов ее производства. Поскольку технологический процесс производства говядины базируется на откорме и выращивании молодняка, чрезвычайно важным становится исследование генетических факторов, определяющих мясную продуктивность крупного рогатого скота.

Степень разработанности темы исследования. Поскольку скотоводческие предприятия Республики Калмыкия преимущественно специализируются на разведении крупного рогатого скота калмыцкой породы, важным направлением исследований становится изучение ее генетического потенциала и выявление генетических маркеров, ассоциированных с мясной продуктивностью.

В настоящее время получить достоверные данные о генетическом потенциале животных позволяет молекулярно-генетический анализ. Метод ДНК-маркирования служит инструментом идентификации генов, влияющих на мясные качества. Наиболее широко в качестве молекулярных маркеров используются однонуклеотидные полиморфизмы (SNP). Многие отечественные

и зарубежные авторы идентифицировали SNP, достоверно связанные с мясной продуктивностью крупного рогатого скота (R. Hanset, C. Michaux, 1985; М.И. Селионова и др., 2017; J. Lee et al., 2019; G.L. Bennett et al., 2019; Л. Загидуллин и др., 2020; М.П. Дубовскова, 2020; Е. Konovalova et al., 2021; А.Ф. Шевхужев и др., 2022; А. Basson et al., 2022; М.И. Селионова и др., 2023; И.Ф. Горлов и др., 2023; Д. Евлагина и др., 2023; П.О. Щеголев и др., 2023; К.М. Dzhulamanov, N.P. Gerasimov, 2024; S.R. Ayuti et al., 2024; O. Limon-Morales et al., 2025; Р.Ф. Третьякова, Ф.Г. Каюмов, 2025).

Влияние некоторых SNP на мясную продуктивность и качество мяса крупного рогатого скота калмыцкой породы изучены в работах Л.Г. Сурундаевой с соавторами (2017), Д.Б. Косян с соавторами (2017, 2018), А.В. Харламова с соавторами (2019), Ф.Г. Каюмова с соавторами (2021), А.Н. Фролова с соавторами (2022), А.Ф. Шевхужева, Л.Н. Скорых (2023), И.Ф. Горлова с соавторами (2023), Шевхужева с соавторами (2023), Х.А. Амерханова с соавторами (2023), В.В. Кулинцева с соавторами (2023), Н.В. Чимидовой с соавторами (2022, 2024). Полученные авторами результаты свидетельствуют о положительном влиянии некоторых генов на такие продуктивные качества калмыцкого скота, как живая масса и линейный рост, убойные показатели, качество мясной продукции, а также об эффективности использования ДНК-маркеров в селекционно-племенной работе с данной породой.

Цель и задачи исследования. Цель работы заключается в изучении продуктивных и мясных качеств крупного рогатого скота калмыцкой породы в зависимости от генотипа. Настоящее исследование выполнено в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации №075-03-2025-420/3 (ФГБОУ ВО «КалмГУ им. Б.Б. Городовикова») и гранта Российского научного фонда №22-16-00041-П (ГНУ НИИММП).

В связи с этим на решение были поставлены следующие задачи:

1. Дать генетическую характеристику подопытных бычков калмыцкой породы;
2. Изучить динамику живой массы подопытных бычков калмыцкой породы в зависимости от генотипа по генам GH и CAST;
3. Провести анализ интенсивности роста подопытных бычков разных генотипов по генам GH и CAST;
4. Определить экстерьерные показатели бычков в зависимости от генотипа по генам GH и CAST;
5. Дать оценку мясной продуктивности бычков калмыцкой породы разных генотипов по генам GH и CAST;
6. Провести органолептическую оценку мяса подопытных бычков калмыцкой породы в зависимости от генотипа по гену CAST;
7. Проанализировать гистологическую структуру мышечной ткани подопытных бычков разных генотипов по гену CAST;
8. Исследовать физико-химический состав мяса подопытных бычков в зависимости от генотипа по гену CAST;

9. Оценить экономическую эффективность откорма крупного рогатого скота разных генотипов.

Научная новизна. Представленная работа вносит существенный вклад в развитие генетических подходов в селекционно-племенной работе в мясном скотоводстве Республики Калмыкия. Впервые на базе Регионального научно-производственного центра проведена комплексная оценка генотипа и продуктивных качеств калмыцкого скота. В рамках исследования для калмыцкой породы крупного рогатого скота была систематизирована связь полиморфизма L127V гена GH с динамикой живой массы, интенсивностью роста и экстерьерными показателями, полиморфизма C282G гена CAST с качественными показателями мяса бычков калмыцкой породы. Разработан и апробирован комплексный подход к оценке генотип-фенотипических взаимосвязей, включающий молекулярно-генетические, биохимические и гистологические методы.

Разработана методика проведения секвенирования по методу Сенгера для определения полиморфизма L127V гена GH калмыцкого скота с последующей интерпретацией результатов на генетическом анализаторе Нанофор 05, получены оригинальные данные о распространенности аллелей и генотипов по данному локусу.

Теоретическая и практическая значимость работы. Полученные данные в результате проведенного исследования имеют теоретическую и практическую значимость в совершенствовании селекционно-племенной работы в племенных хозяйствах Республики Калмыкия, занимающихся разведением крупного рогатого скота калмыцкой породы. Выявленные ассоциации генотипа с фенотипическими признаками позволяют понять молекулярно-генетические механизмы, регулирующие рост и развитие, формирование мышечной и костной ткани скота, а также качественные характеристики мяса.

Исследование демонстрирует эффективность применения ДНК-маркеров с целью прогнозирования мясной продуктивности калмыцкого скота. Полученные данные о распределении аллелей полиморфизмов генов GH и CAST в изученной популяции крупного рогатого скота калмыцкой породы дают возможность оценить генетическое разнообразие внутри породы и являются важными для планирования селекционных программ.

Выявленные генетические маркеры по генам GH и CAST способствуют проведению ранней диагностики потенциала животных, отбору особей с высокими продуктивными показателями, повышению точности племенной оценки. Полученные данные позволят поддержать генетическое разнообразие породы и целенаправленно совершенствовать ее мясные качества. Доказано, что животные с генотипом LV гена GH имели большую живую массу на 5,99%, убойный выход на 12,56%, массу мякоти на 13,24%, носители генотипа GG гена CAST отличались более нежной консистенцией мяса, наименьшей плотностью мышечных волокон на 1 мм, носители генотипа CG гена CAST имели наиболее сбалансированный аминокислотный состав.

Методология и методы исследования. Методологическая база исследования сформирована на основе анализа трудов отечественных и зарубежных авторов, включающих теоретические и экспериментальные данные и посвященных анализу взаимосвязи генотипа и фенотипических показателей мясной продуктивности крупного рогатого скота калмыцкой породы, а также методам ее повышения. В работе применялся комплекс методов: общенаучные (экспериментальный подход и сравнительный анализ), специальные (зоотехнические, молекулярно-генетические, биохимические, гистологические, органолептические), методы вариационной статистики.

Положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Генетическая характеристика крупного рогатого скота калмыцкой породы по генам GN и CAST;
2. Связь между полиморфизмом L127V гена GN с ростом, развитием и мясной продуктивностью бычков калмыцкой породы;
3. Ассоциация качественных показателей мяса подопытных бычков с полиморфизмом C282G гена CAST;
4. Органолептические, физико-химические и гистологические особенности мяса бычков калмыцкой породы в зависимости от генотипа C282G гена CAST;
5. Экономическая эффективность выращивания бычков калмыцкой породы разных генотипов.

Степень достоверности и апробация работы. Подтверждением достоверности работы является достаточное количество подопытных животных, обеспечивающее репрезентативность выборки, применение общепринятых методик исследования, использование современного оборудования, биометрическая обработка экспериментальных данных, статистическая оценка достоверности межгрупповых различий бычков разных генотипов с использованием различного программного обеспечения (Excel, Microsoft Office, Statistica 10).

Экспериментальные исследования проведены в сертифицированной лаборатории в соответствии с общепринятыми методиками и межгосударственным стандартом.

Основные положения диссертационной работы доложены и положительно оценены на международных конференциях: «Стратегия развития АПК России на основе рационального использования региональных генетических и сырьевых ресурсов» (г. Волгоград, 2024 г.), «Время науки: актуальные вопросы, достижения и инновации» (г. Пенза, 2024 г.), «Современная наука, общество и образование: актуальные вопросы, достижения и инновации» (г. Пенза, 2024 г.), «Научные основы создания и реализации современных технологий здоровьесбережения» (г. Ростов-на-Дону, г. Волгоград, 2024 г.), «Устойчивое технологическое развитие аграрно-пищевых систем – гарантия продовольственной безопасности» (г. Москва, 2025 г.), «Устойчивое технологическое развитие аграрно-пищевых систем – гарантия продовольственной безопасности» (г. Волгоград, 2025 г.); на всероссийской

конференции: «Новые подходы в развитии животноводства на основе использования региональных породных ресурсов» (г. Элиста, 2025 г.).

Реализация результатов исследований. Результаты проведенных исследований прошли практическую апробацию в производственных условиях НАО ПЗ «Кировский» и применяются в хозяйственной деятельности организации.

Публикация результатов исследования. По материалам диссертационной работы было опубликовано 20 научных работ, в том числе 8 статей в журналах, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, 2 статьи в журналах, входящих в международные базы цитирования «Scopus», 1 свидетельство о регистрации базы данных.

2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Общая схема исследования

Научно-исследовательская работа была проведена в период с 2024 по 2025 гг. Объектом исследования послужил крупный рогатый скот калмыцкой породы, принадлежащий Региональному научно-производственному центру по воспроизводству сельскохозяйственных животных (далее «РНПЦ») ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова».

Исследование проводили на чистопородных бычках калмыцкой породы 2024 года рождения в количестве 50 голов (рис. 1). Исследуемое поголовье было распределено на группы в соответствии с генотипами. По полиморфизму гена соматотропина (GH) животных распределили на 2 группы: 1 группа – носители генотипа LL (n=37), 2 группа – LV (n=13), по полиморфизму гена кальпастина (CAST) – на 3 группы: I – носители генотипа GG (n=14), II – CG (n=23), III – CC (n=13). В условиях научно-хозяйственного опыта для бычков калмыцкой породы в возрастной период с 8 до 18 месяцев был разработан специализированный рацион кормления с учетом получения 900-1000 граммов прироста в сутки.

Содержание поголовья осуществлялось без учета генотипической принадлежности – в унифицированных условиях.

В ходе исследования проводился ежемесячный контроль особенностей роста и развития бычков. Взвешивание проводили каждое 1-ое число в утреннее время.

По данным показателей живой массы животных проводили оценку интенсивности роста, на основании полученных результатов производился расчет абсолютного, относительного, среднесуточного приростов.

Изучение линейного роста бычков проводили измерением основных промеров тела в возрасте 8 и 18 месяцев, посредством мерной палки Лидтина, циркуля Вилькенса и метровой ленты. По результатам измерений проведено вычисление индексов телосложения.

Изучение мясной продуктивности и качественных характеристик мяса подопытных бычков осуществлялось по результатам контрольного убоя животных в возрасте 18 мес. (n=9), согласно методике ФГБНУ ФИЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт имени Л.К. Эрнста» (1978).

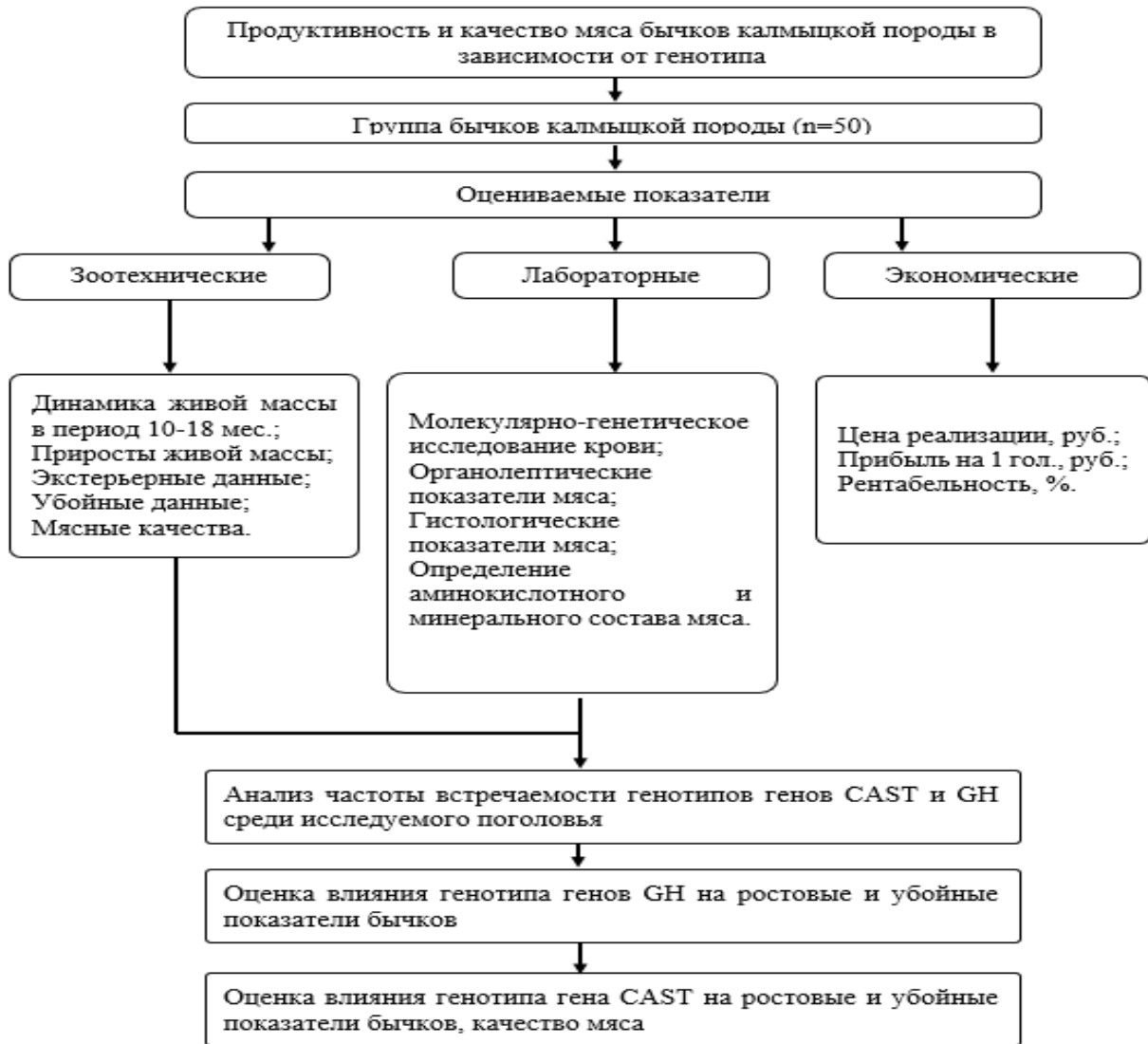


Рисунок 1 – Схема исследования

При этом обвалка туши проводилась по колбасной технологии, принятой на мясокомбинатах (ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН и ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста).

Влияние генотипов на продуктивные качества исследуемых бычков изучали после определения генотипов животных по полиморфизмам генов CAST и GH. По гену GH оценивалась взаимосвязь генотипа с живой массой, интенсивностью роста, линейными промерами и убойными характеристиками, по гену CAST – взаимосвязь генотипа с живой массой, интенсивностью роста, линейными промерами и убойными характеристиками, с мясными качествами: органолептическими, гистологическими показателями и физико-химическим составом длиннейшей мышцы спины.

Проведен анализ затрат кормов на 1 кг прироста каждой группой.

Лабораторные исследования проводились в лаборатории молекулярно-генетической экспертизы и комплексно-аналитической лаборатории РНПЦ.

Качественные характеристики мяса оценивали в зависимости от генотипа по гену CAST, для чего проводилось органолептическое, гистологическое, физико-химическое исследование. Исследования проводились в ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН.

Для органолептического и биохимического исследования отбирались пробы поясничной части длиннейшей мышцы спины в области от последнего грудного позвонка (13го) до 1го крестцового позвонка параллельно позвоночному столбу весом 1 кг. (в соответствии с ГОСТ 31797-2012 Мясо. Разделка говядины на отрубы. Технические условия, 2019).

Для гистологического исследования пробы отбирали от длиннейшей мышцы спины размером 2,5x2,5x4 см с поперечной и продольной ориентацией мышечных волокон, после чего фиксировали в 10%-ном растворе формалина в соотношении 1:7.

Биологическим материалом для молекулярно-генетического исследования послужила кровь крупного рогатого скота калмыцкой породы. Взятие образцов крови производилось в вакуумные пробирки из яремной вены.

ДНК из образцов крови для дальнейшей молекулярно-генетической экспертизы экстрагировали автоматическим методом на системе автоматического выделения и очистки нуклеиновых кислот AutoPure Mini AllSheng.

Молекулярно-генетическое исследование проб крови проводили с использованием метода полимеразной цепной реакции в режиме реального времени (далее ПЦР-РВ) и секвенирования по Сенгеру.

ПЦР-РВ проводили на приборе Rotor Gene Q с использованием коммерческого набора реагентов для определения полиморфизма C282G гена кальпастина (CAST) производства Синтол. Секвенирование по Сенгеру проводили для определения полиморфизма L127V гена гормона роста (GH).

Обработка данных, полученных в результате исследования, проводилась посредством методов вариационной статистики с использованием различного программного обеспечения (Excel, Microsoft Office, Statistica 10).

Расчет частоты встречаемости генотипов проводили по формуле:

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

где p – частота встречаемости генотипа, n – количество животных с генотипом, N – общее количество животных.

Частота встречаемости аллелей рассчитывалась по формуле:

$$P_A = \frac{(2 \times n_{AA} + n_{AB})}{2 \times N},$$

где P_A – частота аллеля А, n_{AA} – количество животных с генотипом AA, n_{AB} – количество животных с гетерозиготным генотипом, N – количество животных.

Ожидаемую частоту генотипов рассчитывали по закону Харди-Вайнберга.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Генетическая характеристика подопытных бычков по однонуклеотидным полиморфизмам

3.1.1 Генетическая характеристика подопытных бычков по гену GN

В исследуемом поголовье выявлено неравномерное распределение генотипов по гену GN, а также отсутствие носителей желательного генотипа VV.

Большая часть животных имела генотип LL – 74%, что на 2% ниже ожидаемой частоты. Гетерозиготный генотип LV имели 26% бычков. В исследуемой популяции полностью отсутствует желательный генотип VV, несмотря на его ожидаемую частоту 2%.

3.1.2 Генетическая характеристика подопытных бычков по гену CAST

Установлено неравномерное распределение генотипов по гену CAST в исследуемом поголовье бычков калмыцкой породы и преобладание носителей гетерозиготного генотипа. Наибольшее число исследуемых животных имели гетерозиготный генотип CG - 46%. Частота гомозиготных генотипов CC и GG среди подопытных бычков была практически одинаковой, 26% и 28% соответственно.

3.2 Кормление и содержание подопытных бычков

Подопытных бычков калмыцкой породы содержали в одинаковых условиях, группами в отдельных секциях выгульно-кормовой площадки в крытом помещении легкого типа на несменяемой подстилке (солома). Содержание свободновыгульное. Водопой с подогревом воды из корыт свободного доступа. В каждой секции имелись небольшие курганы для отдыха животных.

В условиях научно-хозяйственного опыта бычков калмыцкой породы выращивали в возрастной период с 8 до 18 месяцев, для чего был разработан рацион с учетом получения 900-1000 грамм прироста в сутки.

Всего за весь период было затрачено в среднем 5112 кг кормов на одну голову, при общей энергетической ценности 2469,51 ЭКЕ. Средний показатель затрат по всему исследуемому поголовью составил 9,52 ЭКЕ на 1 кг прироста

В зависимости от генотипа по полиморфизму L127V гена GN на 10,92% меньше ЭКЕ на 1 кг прироста в отличие от животных 1ой группы, также данный показатель ниже на 7,21% в сравнении со средним показателем по исследуемому поголовью.

По гену CAST наименьшим показателем отличалась группа III, затраты ЭКЕ были меньше в отличие от группы II на 2,45%, группы I – 3,30%, среднего показателя – 1,28%.

3.3 Динамика живой массы, интенсивность роста, экстерьерные показатели бычков в зависимости от генотипа по гену GN

Анализ динамики живой массы показал значительное влияние генетического фактора на показатели подопытных бычков (табл. 1).

Таблица 1 – Динамика живой массы бычков
в зависимости от генотипа по гену GH

Возраст, мес.	Группа 1 Генотип LL	Группа 2 Генотип LV
	M±m	
8	198,41±1,86	199,38±4,14
12	295,73±2,52	318,92±2,52***
15	383,30±4,52	409,85±5,10***
18	451,14±4,87	478,15±5,63***

*-P≥0,95; **-P≥0,99;***-P≥0,999 Здесь и далее

В возрасте 8 месяцев, после отъема, все бычки обладали сравнительно одинаковой живой массой, при этом показатель группы 2, носителей генотипа LV полиморфизма L127V гена GH, был несколько выше, чем у группы 1, носителей генотипа LL, на 0,98 кг (0,49%).

Живая масса у бычков 2ой группы была выше, чем у сверстников 1ой группы во все возрастные периоды: в 12 месяцев на 23,19 кг (8,61%, P≥0,999), в 15 месяцев – на 26,55 кг (6,93%, P≥0,999), в 18 месяцев – на 27,02 кг (5,99%, P≥0,999).

По показателю абсолютного прироста в период 8-12 месяцев группа 2 продемонстрировала значение на 22,21 кг (22,82%) выше, чем у сверстников 1 группы (P≥0,999). В период 12-15 месяцев разница между группами составила 3,36 кг (3,83%), в 15-18 месяцев – 0,47 кг (0,69%). За весь период исследования бычки группы 2 превосходили сверстников по приросту живой массы на 26,04 кг (10,30%, P≥0,999).

Среднесуточный прирост в период 8-12 месяцев у бычков группы 2 был выше, чем у сверстников на 185 г (22,82%, P≥0,999). В возрастном периоде 12-15 месяцев разница составляла 36 г (3,83%), в период 15-18 месяцев – 5 г (0,69%). В течение всего периода исследования бычки группы 2 превосходили сверстников по среднесуточным приростам на 87 г (10,30%, P≥0,999).

Наибольшая скорость роста в период 8-12 месяцев была у бычков группы 2, разница с животными группы 1 составила 7,07%. В возрастной период 12-15 месяцев более высокую относительную скорость роста показали бычки группы 1 с разницей 0,84%, в период 15-18 месяцев – 0,88%. За весь период наблюдения преимущество в скорости роста сохранялось у бычков группы 2, с разницей 4,47%.

Таким образом, проведенный анализ динамики живой массы и интенсивности роста демонстрирует существенное влияние полиморфизма L127V гена GH на данные показатели.

Экстерьерную оценку проводили в возрасте 8 и 18 месяцев, путем измерения основных промеров.

В 8-месячном возрасте бычки 2ой группы превосходили сверстников из 1ой группы по следующим промерам: высота к холке (0,88%), высота в крестце (1,54%), обхват груди (2,49%), обхват пясти (0,29%), глубина груди (1,26%),

ширина груди (2,62%), ширина в маклоках (0,72%), ширина в седалищных буграх (1,32%), косая длина туловища (0,33%), косая длина зада (0,54%), полуобхват зада (0,04%).

В возрасте 18 месяцев бычки 2ой группы превосходили сверстников из 1ой группы по следующим промерам: высота в холке на 2,03 см (1,66%, $P \geq 0,95$), высота в крестце на 2,98 см (2,39%, $P \geq 0,95$), обхват груди на 4,85 см (2,87%, $P \geq 0,95$), глубина груди на 2,96 см (4,82%, $P \geq 0,99$), ширина груди 1,30 см (2,98%, $P \geq 0,95$), обхват пясти на 0,41 см (2,24%), косая длина туловища на 3,47 см (2,45%, $P \geq 0,999$), косая длина зада – на 2,89 см (5,58 см, $P \geq 0,99$), полуобхват зада на 5,62 см (4,12%, $P \geq 0,99$).

Расчет индексов телосложения (табл. 2) показал, что в 8-месячном возрасте у животных 2ой группы грудной индекс был выше, чем у представителей 1ой группы на 0,83%, тазогрудной – на 1,80%, сбитости – на 2,51%, костистости – на 0,07%, шилозадости – на 0,63%, перерослости – на 0,69%. При этом бычки 1ой группы превосходили сверстников по индексам длинноногости (на 0,17%), растянутости (на 0,54%) и массивности (на 1,9%).

Таблица 2 – Индексы телосложения подопытных бычков в зависимости от генотипа по гену GH

Индекс, %	Группа 1 Генотип LL		Группа 2 Генотип LV	
	Возраст, мес.			
	8	18	8	18
Длинноногости	58,22	49,71	58,05	48,15
Растянутости	101,27	116,34	100,73	117,21
Грудной	56,61	71,25	57,44	69,97
Перерослости	103,54	102,38	104,23	103,12
Сбитости	115,59	119,07	118,10	119,59
Костистости	13,04	15,11	12,97	15,20
Тазогрудной	101,38	99,30	103,18	101,77
Шилозадости	55,99	60,07	56,62	60,76
Массивности	117,02	138,46	118,92	140,17

В 18-месячном возрасте бычки 2ой группы демонстрировали превосходство по большинству показателей: по индексу растянутости 0,87%, тазогрудному – 2,47%, по индексу массивности – 1,71%, перерослости – 0,74%, шилозадости – 0,69%, костистости – 0,09%. По индексам длинноногости (на 1,56%) и грудному (на 1,28%) преимущество демонстрировали бычки 1ой группы.

3.4 Убойные показатели и морфологический состав туш подопытных бычков в зависимости от генотипа по гену GH

Контрольный убой подопытных бычков был проведен в возрасте 18 месяцев с целью определения их мясной продуктивности (табл. 3).

Таблица 3 – Результаты контрольного убоя бычков разных генотипов по гену GN

Показатель	Группа 1 Генотип LL	Группа 2 Генотип LV
	M±m	
Предубойная живая масса, кг	433,60±6,79	469,50±9,45*
Масса парной туши, кг	229,12±3,60	258,43±3,16***
Выход туши, %	52,84	55,08
Масса внутреннего жира, кг	14,94±0,32	16,30±0,36*
Выход жира, %	3,44	3,47
Убойная масса, кг	244,06±3,91	274,73±3,35***
Убойный выход, %	56,29	58,55

Предубойная живая масса подопытных бычков 2ой группы была выше, чем у сверстников из первой группы на 35,90 кг (8,28%). Масса парной туши 2ой группы животных была выше, чем у сверстников 1ой группы на 29,31 кг (12,79%, $P \geq 0,999$). По массе внутреннего жира разница составила 1,36 кг (9,10%, $P \geq 0,95$). По процентному выходу сала 1ая группа имеет небольшое преимущество на 0,21%, что скорее носит компенсационный характер. Показатель убойной массы 2ой группы бычков был выше, чем у 1ой на 30,67 кг (12,56%, $P \geq 0,999$).

Таким образом, бычки 2ой группы демонстрировали преимущество по всем убойным показателям. Высокие показатели выхода туши и убойного выхода у бычков 2ой группы свидетельствуют о лучшем развитии мышечной ткани.

Для оценки морфологического состава туш проводилась обвалка полутуш по технологии, принятой на мясокомбинатах. Показатель массы охлажденной полутуши выше у животных 2ой группы на 14,39 кг (12,78%), чем у 1ой группы ($P \geq 0,999$), абсолютная масса мышечной ткани также выше, чем в 1ой группе на 11,94 кг (13,24%, $P \geq 0,999$). Разница показателя относительного выхода мякоти в двух группах составляла 0,33%, что свидетельствует о пропорциональном увеличении мышечной массы относительно общей массы полутуши. Масса костей у бычков 2ой группы была выше, чем у сверстников из 1ой группы на 1,95 кг (10,52%, $P \geq 0,99$). При этом относительная доля костей была выше у 1ой группы животных на 0,33%. Наблюдаемая динамика может свидетельствовать о более интенсивном росте мышечной ткани у бычков 2ой группы. Масса хрящей и сухожилий была выше у 2ой группы животных на 0,50 кг (12,82%, $P \geq 0,999$). Это указывает на пропорциональное увеличение массы соединительных тканей в обеих группах. Выход мякоти на 1 кг костей был выше во 2ой группе на 0,08 кг (1,63%), чем в 1ой группе. Это свидетельствует о более выгодном соотношении мышечной и костной ткани у 2ой группы подопытных бычков.

3.5 Качественные характеристики мяса подопытных бычков калмыцкой породы в зависимости от генотипа по гену CAST

3.5.1 Органолептическая оценка мяса бычков калмыцкой породы в зависимости от генотипа по гену CAST

Определение органолептических свойств мяса проводили с помощью оценки говядины в сыром виде, бульона и вареного мяса, жареных стейков.

Органолептическая оценка бульона и вареного мяса проводилась по 9-балльной шкале и включала в себя следующие показатели: внешний вид, запах, вкус, консистенция и сочность (для вареного мяса), наваристость (для бульона).

По результатам органолептической оценки бульона по внешнему виду наибольший балл имела группа II, наименьший показатель был у группы I. Запах (аромат) в группах I и II отличались приятным запахом и имели одинаковый средний балл, значение группы III отличалось незначительно. Во всех группах дегустаторы отметили «хороший» вкус и достаточную наваристость, у группы III бульон оценен как «недостаточно наваристый». По результатам общей оценки качества этом наибольший средний балл у группы II.

Органолептическая оценка вареного мяса показала, что по внешнему виду максимальный балл имеет группа II, у групп I и III схожие значения. По показателю запаха (аромата) у группы II отмечается «приятный, но недостаточно сильный» аромат, групп I и III средний показатель между «недостаточно ароматный» и «приятный, но недостаточно ароматный». По вкусу у групп I и II одинаковое значение с оценкой «достаточно вкусный», наименьший у группы III – «недостаточно вкусный». По показателям консистенции и сочности у всех трех групп средние баллы были одинаковыми. По результатам общей оценки вареного мяса группы I и II соответствовали качеству «хороший», группа III – «выше среднего».

Проведение органолептической оценки жареных стейков включало в себя анализ по таким следующим показателям: запах (аромат), консистенция и вкус. Каждый показатель включал в себя комплекс характеристик (дескрипторов), которые оценивались в баллах в зависимости от интенсивности.

Установлено, что группа I имела наиболее гармоничный, выраженный мясной запах, идентичный говядине, при этом обладала наименее выраженным жареным и кислым запахом.

Консистенция мяса у группы I была наиболее мягкая, нежная и сочная. Группа III отличалась наименьшими показателями среди всех исследуемых групп.

Анализ вкусовых характеристик показал, что мясо группы I демонстрировало наиболее выраженный мясной вкус, привкус жира и было менее сладким и кислым в отличие от других групп. Группа II отличалась более выраженным соленным и кислым вкусом мяса, по остальным характеристикам имела средние значения. Мясо группы III характеризовалось наиболее интенсивными жареным и сладким оттенком вкуса, при этом демонстрировала наименее выраженный соленный и мясной вкусы, а также привкус жира.

3.5.2 Гистологическая характеристика мяса подопытных бычков в зависимости от генотипа по гену CAST

Результаты морфометрического анализа приведены в таблице 4.

Максимальный диаметр мышечных волокон выявлен у группы I, который выше, чем в группах II и III на 6,52 мкм (15,09%) и 10,21 мкм (25,84%) соответственно. Наименьшая длина саркомера установлена в группе I, которая меньше, чем в группе II на 0,07 мкм (3,83%) и на 0,27 мкм (14,75%) чем в группе III. Схожая закономерность прослеживается в показателе плотности мышечных волокон. Наименьшее значение обнаружено в группе I, которое ниже, чем

группах II и III, на 52 шт на 1 мм (20,53%) и 97,67 шт на 1 мм (38,55%, $P \geq 0,95$) соответственно.

Таблица 4 – Результаты морфометрического анализа мяса подопытных бычков в зависимости от генотипа по гену CAST

Параметры	Группа I Генотип GG	Группа II Генотип CG	Группа III Генотип CC
Диаметр мышечных волокон, мкм	49,73±1,79	43,21±1,69	39,52±4,84
Длина саркомера, мкм	1,83±0,06	1,90±0,06	2,10±0,13
Плотность мышечных волокон, шт на 1 мм	253,33±19,45	305,33±14,50	351,00±28,71*

Таким образом, можно отметить, что мясо группы I обладает толстыми волокнами, коротким саркомером и менее компактной структурой по сравнению с другими группами. Мясо бычков группы III, напротив, имеет мелковолоконистую структуру, с длинным саркомером и наиболее высокой плотностью волокон.

3.5.3 Физико-химические показатели мяса подопытных бычков в зависимости от генотипа по гену CAST

Результаты исследования пищевой ценности мяса подопытных бычков калмыцкой породы показаны в таблице 5.

Таблица 5 – Пищевая ценность длиннейшей мышцы спины подопытных бычков в зависимости от генотипа по гену CAST

Показатель	Группа I Генотип GG	Группа II Генотип CG	Группа III Генотип CC	Стандартные значения
Массовая доля влаги, %	73,55±0,04	73,10±0,14	73,65±0,18	75,5 – 75,7
Массовая доля белка, %	21,80±0,42	22,75±0,18	22,50±0,35	20,0 – 20,5
Массовая доля жира, %	2,20±0,07	2,70±0,21	2,35±0,18	2,9 – 3,3
Массовая доля золы, %	1,22±0,07	1,43±0,04	1,29±0,09	1,0 – 1,1

Наименьшее значение влаги выявлено у группы II, которое было ниже на 0,45 и 0,55%, чем в группах I и III соответственно. Наибольший показатель влаги отмечался в группе III, который был выше, чем в группе I (на 0,1%). В группе II содержание белка было выше, чем в группах I и III на 0,95 и 0,25% соответственно, жира – на 0,50 и 0,35%, золы – на 0,21 и 0,14%. Наименьшим содержанием жира и золы отличалась группа I, их значения были ниже, чем в группе III на 0,15% и 0,07% соответственно.

Таким образом, во всех исследуемых группах выявлено небольшое отклонение в меньшую сторону содержания влаги и жира от стандартных значений. По содержанию белка и золы все группы демонстрировали превышение норматива, что может свидетельствовать о высокой биологической ценности и повышенном уровне минеральных веществ.

Анализ содержания незаменимых аминокислот (НАК) в длиннейшей мышце спины подопытных бычков показал, что группа II демонстрировала

максимальные значения по большинству исследованных аминокислот: по содержанию треонина превосходила группу I на 0,20 г (4,46%), группу III на 0,11 г (2,40%), валина группу I – на 0,20 г (7,78%), группу III – на 0,13 г (4,71%, $P \geq 0,95$), комплекса метионина и цистеина группу I – на 0,41 г (12,03%), группу III – на 0,54 г (16,51%, $P \geq 999$), комплекса фенилаланина и тирозина группу I – на 0,35 г (5,12%), группу III – на 0,24 г (3,46% $P \geq 999$), изолейцина группу I – на 0,26 г (12,62%), группу III – на 0,13 г (5,86%), лейцина группу I – на 0,65 г (8,56%), группу III – на 0,41 г (5,26%), лизина группу I – на 0,24 г (2,73 %), группу III – на 0,52 г (6,15%), гистидина группу I – на 0,32 г (8,44%), группу III – на 0,24 г (6,36%). У группы III содержание триптофана было выше, чем в группах I и II на 0,48 г (52,55%, $P \geq 999$) и 0,19 г (16,11%) соответственно. По общему количеству НАК группа II показала наибольшее значение, которое было выше, чем у группы I и III, на 2,65 г (6,53%) и 2,10 г (5,10%, $P \geq 0,95$) соответственно.

Результаты исследования по содержанию заменимых аминокислот представлены (ЗАК) показали, что группа I превосходила группы II и III: по содержанию глицина на 1,89 г (31,66%) и 0,75 г (10,55%), аланина на 0,37 г (4,78%) и 0,26 г (3,31%), оксипролина на 0,82 г (303,70%) и 0,58 г (113,73%) соответственно. Группа II демонстрировала наибольшие значения в отношении групп I и III: по содержанию аспарагиновой кислоты на 0,1 г (0,69%) и 0,09 г (0,62%) соответственно, серина на 0,1 (1,95%). Группа III отличалась наибольшим содержанием в отличие от групп I и II: глутаминовой кислоты на 0,79 г (4,63%) и на 1,00 г (5,93%), аргинина на 0,53 г (8,67%, $P \geq 0,95$) и 0,61 г (10,12%, $P \geq 0,95$) соответственно. По общей сумме ЗАК максимальное значение демонстрировала группа I, показатель которой был выше, чем в группе II на 2,10 г (3,70%) и на 0,20 г (3,41%), чем в группе III. Наименьший показатель выявлен в группе II, который был ниже на 1,9 г (3,35%, $P \geq 0,99$), чем в группе III.

Можно отметить, что все группы по содержанию НАК и ЗАК соответствовали нормам ФАО/ВОЗ.

Анализ аминокислотного состава длиннейшей мышцы спины показал, что во всех группах общая сумма аминокислот достаточно высокая и близка к показанию 100 г/ 100 г белка (табл. 6).

Таблица 6 – Аминокислотный состав длиннейшей мышцы спины подопытных бычков в зависимости от генотипа по гену CAST

Показатель	Группа I Генотип GG	Группа II Генотип CG	Группа III Генотип CC
Сумма НАК, г/100 г белка	40,53±1,89	43,18±0,13**	41,08±0,22
Сумма ЗАК, г/100 г белка	58,80±1,63	56,70±0,07**	58,60±0,35
Сумма АК, г/100 г белка	99,05±0,49	99,83±0,06	99,55±0,19
Сумма НАК / Сумма ЗАК	0,69±0,05	0,76±0,01*	0,70±0,01
Сумма НАК / Сумма АК	0,41±0,02	0,43±0,00	0,51±0,12
Триптофан / оксипролин	1,16±0,62	4,51±0,65*	3,45±1,61

Наибольшим значением по общей сумме аминокислот отличалась группа II, которая превосходила группы I и III на 0,33 г (0,33%) и 0,28 г (0,28%) соответственно. Максимальное значение отношения НАК/ЗАК отмечалось в

группе II, которое было выше, чем в группе I на 0,07, и на 0,06, чем в группе III. По соотношению НАК/АК высокий показатель отмечался в группе III, который был выше, чем в группах I и II на 0,10 и 0,08 соответственно. Показатель соотношения триптофана к оксипролину был максимальным в группе II, разница с группой I составила 3,35 ($P \geq 0,95$), группой III – 1,06.

Полученные результаты свидетельствуют о высокой биологической ценности мяса и сбалансированности аминокислотного состава всех групп животных. При этом группа II характеризовалась наиболее оптимальным соотношением незаменимых и заменимых аминокислот, что указывает на большую биологическую ценность белка по сравнению с другими группами.

Результаты анализа минерального состава показали, что все группы по многим макро- и микроэлементам превышали стандартные значения (табл. 7).

Таблица 7 – Макро- и микроэлементный состав длиннейшей мышцы спины подопытных бычков в зависимости от генотипа по гену CAST

Показатель	Стандартное значение	Группа I Генотип GG	Группа II Генотип CG	Группа III Генотип CC
Макроэлементы, мг/100 г				
Кальций	8,0-9,0	8,48±2,31	7,06±0,51	6,67±0,08
Калий	300,0-315,0	385,77±24,30	385,43±1,86	356,11±5,65**
Натрий	59,0-64,0	164,23±28,89	95,89±11,77	104,26±6,36
Магний	21,0-26,0	22,18±1,11	23,62±0,32*	22,50±0,17
Микроэлементы, мг/100 г				
Цинк	3,0-3,5	5,01±0,08*	4,10±0,20	4,95±0,38
Железо	1,6-2,0	2,36±0,07	2,60±0,24	2,27±0,33
Медь	0,15-0,20	0,17±0,004	0,18±0,004	0,15±0,004

Наименьшее значение калия выявлено в группе III (отклонение от нормы – 13,05%), которое было ниже, чем в группах I и II на 29,66 (8,33%) мг и 29,32 мг (8,23%, $P \geq 0,99$), наибольшее содержание данного макроэлемента отмечалось в группе I (отклонение - 22,47%), с незначительной разницей с группой II в 0,34 мг (0,09%). По содержанию натрия показатель группы II (33,26%) был ниже на 68,34 мг (71,27%), чем в группе I, и на 59,97 мг (57,52%), чем в группе III. Максимальным количеством натрия отличалась группа I (отклонение – 156,61%), разница с группой III составила 59,97 мг (57,52%). По содержанию цинка наименьшее значение было в группе II (отклонение – 17,14%), которое выше, чем в группах I и III на 0,91 мг (22,19%, $P \geq 0,95$) и 0,85 мг (20,73%) соответственно. Группа I демонстрировала наибольшее количество цинка (отклонение – 43,14%), которое превышало значение группы III на 0,94 мг (23,44%). Минимальное содержание железа выявлено в группе III (отклонение – 13,50%), которое ниже, чем в группах I и II на 0,09 мг (3,96%) и 0,33 мг (14,54%) соответственно. Максимальное значение среди всех групп показывала группа II (отклонение – 30,00%), которое было выше на 0,24 мг (10,17%), чем в группе I. Наибольшее количество кальция наблюдалось в группе I, которое было выше, чем в группах II и III на 1,42 мг (20,11%) и 1,81 мг (27,14%) соответственно.

Наименьшее содержание кальция по отношению к другим группам выявлено в группе III с разницей с группой II в 0,39 мг (5,85%). Наиболее высокое значение магния демонстрировала группа II, показатель которой был выше, чем в группе I на 1,44 мг (6,49%), и на 4,12 мг (18,31%, $P \geq 0,95$), чем в группе III. Самым низким количеством магния отличалась группа I, показатель которой был ниже, чем в группе III на 0,32 мг (1,44%). По содержанию меди наибольшее ее количество выявлено в группе II, значение которой было выше, чем в группах I и III на 0,01 мг (5,88%) и 0,03 мг (20,00%) соответственно. Разница между группами I и III составила 0,02 мг (13,33%).

Таким образом, все исследуемые группы демонстрировали более высокие значения по сравнению со стандартными значениями по содержанию калия, натрия, цинка и железа. Наиболее выраженное отклонение от стандарта наблюдалось по натрию.

3.6 Экономическая эффективность откорма бычков калмыцкой породы разных генотипов

Расчет экономической эффективности выращивания бычков калмыцкой породы в зависимости от генотипа по гену GN показал, что при одинаковых условиях содержания и кормления подопытные бычки показали разную усвояемость корма. Бычки 2ой группы, носители гетерозиготного генотипа, демонстрировали лучшее усвоение корма и высокую энергию роста, по сравнению со сверстниками 1ой группы. Реализационная стоимость у группы 2 выше, чем у группы 1 на 5,99% (6752,5 руб.). Кроме того, уровень чистой прибыли у бычков данной группы выше на 27,9%, рентабельности – на 7,62%.

Данные расчета экономической эффективности выращивания бычков калмыцкой породы в зависимости от генотипа по гену CAST демонстрируют более выгодное разведение животных с генотипом CC (группа III). Реализационная стоимость бычков группы III была выше, чем в группах I и II на 2107,5 руб. (1,85%) и 1892,5 руб. (1,66%) соответственно. Это, в свою очередь, отразилось на чистой прибыли, где разница между группами составляла 7,41–8,32%. Наиболее высокий уровень рентабельности демонстрировала также группа III и была выше, чем в других группах на 2,14–2,38%. Таким образом можно отметить, что более выгодное разведение бычков калмыцкой породы с генотипом LV по гену GN и генотипом CC по гену CAST.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенных исследований сделаны следующие выводы:

1. Всего в популяции выявлено 130 аллелей микросателлитных локусов, размер которых варьировал от 77 до 298 п.н.

По гену GN большая часть животных имела генотип LL – 74%, что на 2% ниже ожидаемой частоты, гетерозиготный генотип LV имели 26% бычков. По гену CAST, наибольшее число исследуемых животных имели гетерозиготный генотип CG – 46%. Частота гомозиготных генотипов CC и GG среди подопытных бычков была практически одинаковой, 26% и 28% соответственно.

2. Живая масса у носителей генотипа LV полиморфизма L127V гена GH была выше, чем у носителей генотипа LL: в 8-месячном возрасте на 0,98 кг (0,49%), в 12 месяцев на 23,19 кг (8,61%, $P \geq 0,999$), в 15 месяцев – на 26,55 кг (6,93%, $P \geq 0,999$), в 18 месяцев – на 27,02 (5,99%, $P \geq 0,999$).

Живая масса в зависимости от генотипа гена CAST была выше у носителей генотипа GG полиморфизма C282G гена CAST, чем у носителей генотипов CC и CG, в возрасте 8 месяцев на 2,41 кг (1,22%) и 0,62 кг (0,31%). В другие возрастные периоды наибольшую живую массу демонстрировали носители генотипа CC, показатели которых были выше, чем у бычков с генотипом GG и CG: в 12 месяцев на 3,50 кг (1,17%) и 0,57 кг (0,19%), в 15 месяцев на 7,99 кг (2,07%) и 5,24 кг (1,34%), в 18 месяцев на 8,43 кг (1,85%) и 7,57 кг (1,66%)

3. Группа бычков с генотипом LV по гену GH демонстрировала более высокий прирост массы во все возрастные периоды: в 8-12 месяцев на разницу составила 22,21 кг (22,82%), в 12-15 – 3,36 кг (3,83%), в 15-18 – 0,47 кг (0,69%), за весь период исследования – 26,04 кг (10,30%, $P \geq 0,999$).

В зависимости от генотипа по гену CAST наибольший прирост живой массы в возрастной период 8-12 месяцев показала группа носителей генотипа GG с разницей 5,34 кг (5,36%) и 1,22 кг (1,18%) с носителями генотипов CG и CC соответственно. Бычки с генотипом CC превосходили сверстников с генотипами GG и CG по приросту: в период 12-15 месяцев на 4,49 кг (5,14%) и 4,67 кг (5,36%), в 15-18 месяцев на 2,33 кг (3,48%) и 0,44 кг (0,64%), за весь период исследования на 9,05 кг (3,64%) и 5,78 кг (2,23%)

4. В возрасте 8 месяцев различия по промерам между двумя группами по гену GH были незначительными. Животные с генотипом LV по гену GH имели более интенсивный рост и развитие в 18 месяцев по сравнению с носителями генотипа LL по следующим промерам: высота в холке – на 1,66% ($P \geq 0,95$), высота в крестце – на 2,39% ($P \geq 0,95$), по обхват груди – на 2,87% ($P \geq 0,95$), глубина груди – на 4,82% ($P \geq 0,99$), ширине груди – 2,98% ($P \geq 0,95$), обхват пясти – на 2,24%, косая длина туловища – на 2,45% ($P \geq 0,999$), косая длина зада – на 5,58 % ($P \geq 0,99$), полуобхват зада – на 4,12% ($P \geq 0,99$); по индексам телосложения: растянутости – на 0,87%, тазогрудному – на 2,47%, массивности – на 1,71%, перерослости – на 0,74%, шилозадости – на 0,69%, костистости – на 0,09%.

По гену CAST в возрасте 8 месяцев различия между тремя группами подопытных бычков по большинству промеров были незначительны и статистически не достоверны. В 18 месяцев группа бычков с генотипом GG превосходила сверстников: по высоте в холке (на 0,35-0,95%), по высоте в крестце (на 0,01-0,02%). Носители генотипа CC превосходили другие группы по обхвату груди (на 0,41-0,53%), глубине груди (на 2,31-2,71%), ширине груди (на 3,95-4,33%), ширине в маклоках (на 2,52-4,83%), ширине в седаличных буграх (на 2,24-2,40%), косой длине зада (на 2,65-4,71%), полуобхвату зада (на 2,67-3,96%). Косая длина туловища была выше у бычков с генотипом GG, чем у других с разницей 0,32-0,93%. Бычки группы с генотипом CC демонстрировали превосходство по большинству индексов телосложения.

5. По генотипу гена GN группа животных с генотипом LV превосходила сверстников по массе парной туши на 12,79% ($P \geq 0,999$), массе внутреннего жира разница составила 9,10% ($P \geq 0,95$), убойной массе на 12,56% ($P \geq 0,999$), массе охлажденной полутуши на 12,78% ($P \geq 0,999$), массе мышечной ткани выше на 13,24% ($P \geq 0,999$), массе костей на 10,52% ($P \geq 0,99$).

По генотипу гена CAST у генотипа GG отмечается большая предубойная живая масса (разница 3,22-3,84%), масса парной туши (2,83--5,01%), масса внутреннего жира (2,37-3,26%), убойная масса (разница 2,85-4,84%), масса охлажденной полутуши (2,69-5,09%), масса мышечной ткани (2,62-5,16%), масса костей (2,76% – 4,94%).

6. Органолептическая оценка качества бульона и вареного мяса у групп с генотипами GG и CG по гену CAST показала «хорошее» качество, с генотипом CC «выше среднего». Оценка жареного мяса по консистенции показала наиболее мягкую, нежную и сочную консистенцию у носителей генотипа GG, а также выраженный мясной вкус, привкус жира, менее сладкий и кислый в отличие от других групп.

7. Морфометрический анализ мяса подопытных бычков по гену CAST показал, что у группы с генотипом GG диаметр мышечных волокон в отношении групп с генотипами CG и CC больше на 15,09% и 25,84% соответственно; наименьшая длина саркомера – с разницей 3,83% и 14,75%, меньшая плотность мышечных волокон – с разницей 20,53% и 38,55% ($P \geq 0,95$).

8. Животные с генотипом CG превосходили сверстников по содержанию незаменимых аминокислот: треонина (разница 2,40-4,46%), валина (4,71-7,78%), комплекса метионина и цистеина (12,03-16,51%), комплекса фенилаланина и тирозина (3,46-5,12%), изолейцина (5,86-12,62%), лейцина (5,26-8,56%), лизина (2,73-6,15%). Триптофана было больше в группе с генотипом CC (16,11-52,55%).

По содержанию заменимых аминокислот бычки с генотипом GG превосходили сверстников по содержанию: глицина (разница 10,55-31,66%), аланина (3,31-4,78%), оксипролина (113,73-303,70%). Носители генотипа CG демонстрировали наибольшие значения: аспарагиновой кислоты (0,62-0,69%), серина (1,95%). Носители генотипа CC отличались наибольшим содержанием: глутаминовой кислоты (4,63%-5,93%), аргинина (8,67-10,12%).

Животные с генотипом CG превосходили животных с генотипами GG и CC по общей сумме аминокислот, отношению НАК/ЗАК и триптофан/оксипролин. По соотношению НАК/АК высокий показатель отмечался в группе с генотипом CC. В целом, генотип CG ассоциирован со сбалансированным аминокислотным составом длиннейшей мышцы спины крупного рогатого скота калмыцкой породы.

У животных с генотипом CC значение калия было ниже, чем у животных с генотипами GG и CG на 8,33% и 8,23% ($P \geq 0,99$) соответственно. Наименьшее содержание натрия выявлено у группы с генотипом CG с разницей с генотипами GG и CC – 71,27% и 57,52%, а также цинка с разницей 22,19% ($P \geq 0,95$) и 20,73%. Минимальное содержание железа у носителей генотипа CC с разницей с

генотипами GG и CG - 3,96% и 14,54%. У носителей генотипа GG в сравнении с носителями генотипов CG и CC количество кальция было больше на 20,11% и 27,14% соответственно. У бычков с генотипом CG было максимальное значение магния с различиями 6,49% и 18,31% ($P \geq 0,95$), меди с разницей 5,88% и 20,00%, в отношении групп с генотипами GG и CC соответственно.

9. Носители гетерозиготного генотипа LV полиморфизма L127V гена GH демонстрировали лучшее усвоение корма и высокую энергию роста, по сравнению со сверстниками гомозиготного генотипа LL. Реализационная стоимость у бычков с генотипом LV выше, чем у животных с генотипом LL на 13,62%. Уровень чистой прибыли у бычков данной группы выше на 49%, рентабельности – на 9,7%.

Расходы на бычков с генотипом GG полиморфизма C282G гена CAST были ниже по сравнению с группами бычков с генотипами CG и CC на 15,47% и 0,54% соответственно.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

Для сельскохозяйственных предприятий, занимающихся разведением крупного рогатого скота калмыцкой породы, рекомендуем проводить молекулярно-генетическую диагностику с использованием генетических маркеров продуктивности, учитывать преимущество генотипа LV полиморфизма L127V гена GH по живой массе и убойным показателям, генотипа GG полиморфизма C282G гена CAST по качественным характеристикам, а также генотипа CG со сбалансированным аминокислотным составом. Отбор животных генотипа LV полиморфизма L127V гена GH позволит увеличить рентабельность производства на 9,7%.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Планируем дальнейшее исследование влияния генотипа по данным генам на продуктивные качества крупного рогатого скота калмыцкой породы. На данный момент часть ведется работа по воспроизводству с целью получения потомства от подопытных бычков.

Дальнейшая работа будет направлена на:

- изучение потомков, полученных от исследуемых бычков;
- оценку бычков по продуктивности потомства;
- исследование влияния других генов на продуктивные и мясные качества бычков калмыцкой породы.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК РФ, а также в международных изданиях, индексируемых в базе данных Scopus и Web of Science

1. **Убушиева, В.С.** Микросателлитный анализ крупного рогатого скота калмыцкой породы / В.С. Убушиева, И.Ф. Горлов, Н.В. Чимидова, А.В. Убушиева // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. – 2024. – Т. 19, № 1. – С. 12-18.
2. Чимидова, Н.В. Мониторинг генофонда крупного рогатого скота калмыцкой породы / Н.В. Чимидова, Л.Г. Моисейкина, А.В. Убушиева, **В.С. Убушиева**, А.Б. Авшеева // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2024. – № 2(54). – С. 133-138.
3. **Убушиева, В.С.** Взаимосвязь некоторых генов с хозяйственно-ценными признаками крупного рогатого скота калмыцкой породы (обзор) / В.С. Убушиева, А.В. Убушиева, Н.В. Чимидова, К.Е. Бадмаева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2024. – № 5(77). – С. 284-292.
4. Убушиева, А.В. Анализ полиморфизма гена гормона роста (L127v) у бычков калмыцкой породы / А.В. Убушиева, А.Я. Генджиёв, **В.С. Убушиева** [и др.] // Аграрный вестник Северного Кавказа. – 2025. – Т. 15, № 3. – С. 68-79.
5. **Убушиева, В.С.** Взаимосвязь полиморфизма генов GDF5 и CAPN1 крупного рогатого скота калмыцкой породы с хозяйственно-биологическими признаками / В.С. Убушиева, К.Е. Бадмаева, А.В. Убушиева [и др.] // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2024. – № 3(72). – С. 288-294.
6. **Убушиева, В.С.** Полиморфизм гена CAPN1 крупного рогатого скота калмыцкой и казахской белоголовой пород / В.С. Убушиева, А.В. Убушиева, Н.В. Чимидова [и др.] // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2024. – № 2(54). – С. 120-126.
7. Чимидова, Н.В. Полиморфизм гена CAPN1 и взаимосвязь с продуктивными качествами животных у крупного рогатого скота / Н.В. Чимидова, Л.Г. Моисейкина, А.В. Убушиева, **В.С. Убушиева**, А.И. Хахлинов // Вестник АПК Верхневолжья. – 2024. – № 1(65). – С. 90-95.
8. Чимидова, Н.В. Современное состояние и обзор генетических исследований отечественной калмыцкой породы крупного рогатого скота / Н.В. Чимидова, Л.Г. Моисейкина, А.В. Убушиева, **В.С. Убушиева**, А.И. Хахлинов // Аграрный научный журнал. – 2025. – № 11. – С. 123-129.
9. Chimidova, N. The Influence of Genetic Markers on the Productive Qualities of Young Kalmyk Breed / N. Chimidova, A. Ubushieva, L. Moiseikina, **V. Ubushieva**, O. Kalugina, O. Kedeeva // Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East (AFE-2022). – 2024. – № 733.

10. Chimidova, N. Genetic polymorphisms influencing meat productivity and quality in Kalmyk cattle of Russia: A systematic review of growth hormone, thyroglobulin, leptin, and calpain-1 genes / N. Chimidova, A. Ubushieva, V. Ubushieva, Z. Bochkaeva // *Vet. World.* – 2026. – № 19. – P. 523-538.

Патенты РФ на изобретения

11. Свидетельство о государственной регистрации базы данных №202562469 Animal Genome & Phenotype Database (AGPD): заявлено 11.11.2025 г., зарегистрировано 25.11.2025 г. / Н.В. Чимидова, А.И. Хахлинов, А.В. Убушиева, В.С. Убушиева, З.В. Бочкаева.

Публикации в сборниках материалов научных конференций и других научных изданиях

12. Чимидова, Н.В. Линейная селекция калмыцкого скота с использованием генетических маркеров / Н.В. Чимидова, Л.Г. Моисейкина, А.К. Натиров, А.В. Убушиева, В.С. Убушиева // *Стратегия развития АПК России на основе рационального использования региональных генетических и сырьевых ресурсов: Материалы Международной научно-практической конференции.* – Волгоград, 2024. – С. 4-7.

13. Убушиева, А.В. Влияние генетических факторов на мясную продуктивность крупного рогатого скота калмыцкой породы / А.В. Убушиева, Н.В. Чимидова, В.С. Убушиева // *Время науки: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей IV Международной научно-практической конференции, Пенза, 07 декабря 2024 года.* – Пенза, 2024. – С. 88-93.

14. Убушиева, В.С. Полиморфизм L127V гена GH крупного рогатого скота калмыцкой породы / В.С. Убушиева, А.В. Убушиева, Н.В. Чимидова // *Современная наука, общество и образование: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей XI Международной научно-практической конференции* – Пенза, 2024. – С. 24-27.

15. Убушиева, А.В. Выращивание бычков калмыцкой породы для получения высококачественной говядины / А.В. Убушиева, Н.В. Чимидова, В.С. Убушиева [и др.] // *Научные основы создания и реализации современных технологий здоровьесбережения: Материалы XI международной научно-практической конференции.* – Ростов-на-Дону, Волгоград, 2024. – С. 449-457.

16. Убушиева, А.В. Генетический профиль крупного рогатого скота калмыцкой породы и его взаимосвязь с мясной продуктивностью / А.В. Убушиева, Л.Г. Моисейкина, Н.В. Чимидова, В.С. Убушиева [и др.] // *Новые подходы в развитии животноводства на основе использования региональных породных ресурсов: Материалы Всероссийской научно-практической конференции* – Элиста, 2025. – С. 163-168.

17. Убушиева, В.С. Полиморфизм микросателлитных локусов крупного рогатого скота калмыцкой породы / В.С. Убушиева, А.В. Убушиева, Н.В. Чимидова [и др.] // *Новые подходы в развитии животноводства на основе*

использования региональных породных ресурсов: Материалы Всероссийской научно-практической – Элиста, 2025. – С. 169-173.

18. Чимидова, Н.В. Оценка генетических исследований крупного рогатого скота калмыцкой породы / Н.В. Чимидова, Л.Г. Моисейкина, Л.Н. Скорых, А.В. Убушиева, **В.С. Убушиева** [и др.] // Новые подходы в развитии животноводства на основе использования региональных породных ресурсов: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Элиста, 2025. – С. 181-186.

19. Болаев, Б.К. Мясная продуктивность бычков калмыцкой породы разных линий при интенсивном откорме / Б.К. Болаев, Ц.Б. Тюрбеев, Н.В. Чимидова, А.В. Убушиева, **В.С. Убушиева** // Сельское хозяйство и экосистемы в современном мире: региональные и межстрановые исследования. – 2025. – Т. 4, № 2. – С. 53-59.

20. Чимидова, Н.В. Влияние кормления и генетического потенциала молодняка калмыцкой породы на мясную продуктивность / Н.В. Чимидова, Л.Г. Моисейкина, Б.К. Болаев, **В.С. Убушиева** // Устойчивое технологическое развитие аграрно-пищевых систем - гарантия продовольственной безопасности: Сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Москва, 2025. – С. 41-45.

Убушиева Виктория Саналовна

ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО МЯСА БЫЧКОВ КАЛМЫЦКОЙ ПОРОДЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГЕНОТИПА

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Подписано в печать _____.____.2026 г. Формат 60×84¹/₁₆.

Бумага типографская. Гарнитура Times New Roman.

Усл. печ. л. 1,5. Тираж 100 экз. Заказ ____.

Издательско-полиграфический комплекс

ФГБНУ «Поволжский НИИММП»

400131, г. Волгоград, ул. Рокоссовского, 6.