

*На правах рукописи*



**Сурундаева Любовь Геннадьевна**

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ  
И ПРОДУКТИВНЫХ КАЧЕСТВ ПОРОД И НОВЫХ ТИПОВ МЯСНОГО  
СКОТА**

06.02.10 Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства

**АВТОРЕФЕРАТ**

**диссертации на соискание учёной степени  
доктора биологических наук**

ОРЕНБУРГ – 2020

Работа выполнена в ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»

**Научный консультант:** **Каюмов Фоат Галимович,** доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Заслуженный зоотехник РФ

**Официальные оппоненты:** **Калашникова Любовь Александровна,** доктор биологических наук, профессор, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела», лаборатория ДНК-технологий, заведующая;

**Ранделин Дмитрий Александрович,** доктор биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», факультет биотехнологий и ветеринарной медицины, декан;

**Ляпин Олег Абдулхакович,** доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет», кафедра ветеринарно-санитарной экспертизы и фармакологии, профессор.

**Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»

Защита состоится 8 октября 2020 г. в 13<sup>00</sup> часов на заседании диссертационного совета Д 006.040.01 при ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН» по адресу: 460000, г. Оренбург, ул. 9 января, 29.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» и на сайте: <http://www.fncbst.ru>, с авторефератом на сайтах <http://www.fncbst.ru> и <http://www.vak.minobrnauki.gov.ru>

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Учёный секретарь  
диссертационного совета



Завьялов Олег Александрович

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Сравнительные породоиспытания, применительно к различным условиям использования животных, являются одной из главных задач зоотехнической науки и его актуальность не снизилась в последние годы. Напротив, в сложной социально-экономической ситуации, связанной с девальвацией рубля, усилением зарубежных санкций в отношении России и ее ответным эмбарго особое значение приобретает создание и совершенствование собственной племенной базы. В современных условиях это становится возможным с применением новых молекулярно-генетических и биотехнологических методов в животноводстве (Эрнст Л.К., Зиновьева Н.А., 2008; Zinovieva N.A., et al., 2019).

Это в полной мере относится и к мясному скотоводству. Так, с расшифровкой генома крупного рогатого скота (Янчуков И.Н. и др., 2013) стало возможным широко использовать данную информацию для создания и совершенствования скота с желательными признаками (MacNeil M.D. et al., 2010, 2011; Saatchi M. et al., 2013; Литовченко В.Г., 2016). Научные исследования в этом направлении актуальны и для нашей страны, что определяется необходимостью формирования конкурентоспособного производства говядины и созданием новых рабочих мест.

**Степень разработанности темы.** Проблема создания новых генетических форм сельскохозяйственных животных и их оценка в целом хорошо разработана. В мясном скотоводстве её решением стало создание новых типов скота хорошо адаптированных к пастбищному содержанию, в том числе на основе комбинированных пород (Левахин В.И. и др., 2015; Каюмов Ф.Г. и др., 2017).

В настоящее время предъявляются новые требования к оценке и ранней диагностике продуктивных качеств мясного скота. Работа идет в направлении выявления животных с лучшей конверсией питательных веществ, хорошими мясными качествами, высокой воспроизводительной способностью. Все большее распространение получает практика определения коммерческой стоимости животного на основании прижизненной оценки его качеств (Эрнст Л.К. и др., 2007, Левахин В.И. и др., 2010).

Во многом существующий прогресс в этой области стал возможным благодаря успехам в развитии технологий молекулярной биологии и генетики. Использование методов молекулярной биологии, позволили проводить раннюю прижизненную оценку продуктивных свойств животных по наличию отдельных генов-маркеров (Фисинин В.И. и др. 2003, Чугай Б. В. 2010, Зиновьева Н.А. и др., 2019, 2020).

Вышеизложенное послужило основанием для проведения исследований, посвященных проблеме повышения продуктивности крупного рогатого скота мясных пород за счет увеличения биологического разнообразия, основанного на создании новых породных типов с использованием современных методов раннего прогнозирования хозяйственно-полезных признаков животных.

**Цель и задачи исследований.** Целью данных исследований, которые являлись частью Государственной научно-исследовательской программы 0.51.25 «Говядина», и выполнялись в соответствии с «Программой фундаментальных и приоритетных прикладных исследований по развитию Агропромышленного комплекса РФ на 2011-2015 годы (задание 06.01), и «Программы фундаментальных научных исследований Государственных академий наук на 2013-2020 годы» темы № 0761-2014-0002; 0761-2014-0003; являлась разработка приёмов и путей повышения эффективности

производства и улучшения качественных показателей продукции мясного скотоводства на основе знаний о биологических и хозяйственных особенностях вновь созданных типов красной степной и калмыцких пород крупного рогатого скота, с последующей разработкой предложений по совершенствованию мясного скота в условиях сухостепной зоны.

В связи с целью исследований были поставлены следующие задачи:

1. Разработать и реализовать методику создания нового типа крупного рогатого скота на основе скота красной степной породы для разведения по технологии «корова-теленки» в условиях сухостепной зоны Южного Урала.

2. Дать сравнительную оценку биологических и хозяйственных особенностей животных созданного Каргалинского мясного типа крупного рогатого скота в условиях сухостепной зоны Южного Урала.

3. Дать сравнительную оценку биологических и хозяйственных особенностей животных вновь созданного типа Айта калмыцкой породы крупного рогатого скота в условиях Республики Калмыкия.

4. Провести анализ полиморфизма генов CAPN1, GH и TG5 основных мясных пород мясного скота разводимых на территории Оренбургской области.

5. Дать сравнительную оценку хозяйственно-биологическим особенностям животных разных генотипов по генам CAPN1, с оценкой мясной продуктивности, органолептических и технологических свойств мяса, в том числе в период созревания.

6. Оценить биологические особенности животных мясных пород гистологическими и морфометрическими методами.

7. Дать характеристику мясной продуктивности и определить экономическую эффективность использования животных новых типов - Каргалинского мясного и Айта крупного рогатого скота.

**Научная новизна** заключается в создании и апробации новых типов крупного рогатого скота: «Каргалинский мясной» (патент на селекционное достижение № 5648) и «Айта» калмыцкой породы (патент на селекционное достижение № 7679).

Впервые, проведены многолетние и комплексные породоиспытания вновь созданного «Каргалинского мясного» типа крупного рогатого скота в условиях сухостепной зоны Южного Урала.

Впервые, в рамках работ по разработке методов ранней диагностики продуктивности мясного скота научно обоснована целесообразность прижизненной оценки признака-наличия гена CAPN1 для предсказания потенциала интенсивности роста животных. Показана зависимость состава прироста живой массы и содержания незаменимых аминокислот в мясе животных в зависимости от наличия полиморфизма гена CAPN1. Получены новые данные о качестве мяса при созревании, в частности, химическому составу, биологической полноценности и структурно-механическим свойствам животных-носителей желательного аллеля гена CAPN1.

Получены новые для науки данные описывающие морфо-функциональные характеристики мышечной ткани мясного скота, установлены гистологические внутривидовые различия в диаметре мышечных волокон и толщине эндомизия животных калмыцкой породы.

Впервые, на модели быков производителей калмыцкой породы описана особенность стенки извитых семенных канальцев в семенниках, состоящая в многослойности параллельно расположенных фибриллярных слоев базальной мембраны, на которой лежат sustentоциты.

Изучен полиморфизм генов гормона роста (GH) и липидного обмена тиреоглобулина (TG5) у крупного рогатого скота мясных пород, разводимых на территории отдельных регионов страны. Проведен анализ иерархических связей между исследуемыми группами крупного рогатого скота различных пород, используя в качестве критерия частоту встречаемости генотипов исследуемых генов. Изучена продуктивность молодняка различных пород в зависимости от генотипов по генам CAPN1, GH, TG5.

Впервые, предложен способ определения генетического потенциала молочной продуктивности телок крупного рогатого скота мясных пород, на основании оценки генотипов скота по наличию TG5 и bGH. Показана тесная связь сопряженных генотипов TG5TT и bGHLLTG5TT с высоким генетическим потенциалом молочной продуктивности.

Новизна исследований защищена патентами РФ на изобретения RU 2688336; 2705315 и патентами на селекционные достижения № 5648; 7679.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Результаты исследований использованы при подготовке материалов к утверждению типов - Каргалинского мясного и Айта калмыцкой породы в качестве селекционных достижений. Выявление животных-носителей полиморфизма генов CAPN1, GH, TG5, обеспечит получение говядины с более высокими функционально-технологическими свойствами. Теоретически обоснованы и показаны различия в морфофункциональных характеристиках и аминокислотном составе мяса животных в зависимости от полиморфизма генов CAPN1. Оценка и ранняя диагностика продуктивных качеств мясного скота в практику позволит повысить рентабельность производства высококачественной говядины на 2-3 %.

В степной зоне Южного Урала с использованием племенных ресурсов шортгорнской породы проведена работа по совершенствованию красного степного скота в направлении повышения откормочных и мясных качеств. В результате 15-летнего совершенствования помесного поголовья сформировался оригинальный массив скота.

Полученные результаты рекомендуется использовать в образовательном процессе по курсам технология производства продуктов животноводства, разведения, генетика сельскохозяйственных животных, биохимии и физиологии.

**Методология и методы исследования.** Для достижения поставленной цели и решения задач использовались стандартные физиологические, генетические, биохимические и зоотехнические методы исследования с использованием современного оборудования.

Полученный результат обработан с применением общепринятых методик при использовании приложения «Excel» из программного пакета «Office XP» и «Statistica 10.0».

#### **Положения, выносимые на защиту.**

Характеристика популяций новых типов – Каргалинского мясного и Айта калмыцкой породы по особенностям роста, развития и мясной продуктивности животных новых типов скота мясных пород.

Характеристика генетической структуры популяций крупного рогатого скота различных пород и типов по генам CAPN1, GH, TG5.

Оценка генетических различий между исследуемыми группами скота различных пород с использованием в качестве критерия полиморфизма по генам кальций-зависимой протеазы, соматотропина и тиреоглобулина.

Раннее прижизненное прогнозирование продуктивности молодняка крупного рогатого скота по величине интенсивности роста и конверсии питательных веществ корма на основе наличия аллеля  $C_{316}$  гена  $CAPN1$ .

Оценка биологической ценности и структурно-механических свойств мяса, по содержанию аминокислот и наличию полиморфизма гена  $CAPN1$ , в том числе на различных этапах созревания.

**Степень достоверности и апробация работы.** Научные положения, выводы и предложения производству обоснованы и базируются на аналитических и экспериментальных данных, степень достоверности которых доказана путем статистической обработки с использованием программного пакета Statistica 10.0. Выводы и предложения основаны на научных исследованиях, проведенных с использованием современных методов анализа и расчета.

Результаты проведенных исследований доложены и получили положительную оценку на съездах Национальных ассоциаций заводчиков калмыцкого, герефордского и казахского белоголового скота (2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2017, 2019); семинарах и совещаниях МСХ Оренбургской и Челябинской областей (2009-2013); на расширенных совещаниях сотрудников Всероссийского НИИ мясного скотоводства (2014, 2015, 2016); Федерального научного центра биологических систем и агротехнологий РАН (2018, 2019; 2020); на региональных и Всероссийских научно-практических конференциях (Оренбург, 2009; 2012; 2013; 2014, 2016, 2019).

Положения диссертации нашли отражение в научно-исследовательских работах, отмеченных дипломами, золотыми и бронзовыми медалями Всероссийского Выставочного Центра «Золотая осень» (2011, 2013, 2014, 2015, 2017).

Работа выполнена при финансовой поддержке: ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (государственный контракт №8803); Гранта Правительства Оренбургской области «Генерация новых селекционных форм высокопродуктивного скота с использованием передовых молекулярно-генетических решений» (соглашение №36 от 31.06.2017 г.) и др.

**Реализация результатов проведенных исследований.** Материалы проведенных исследований широко использовались при подготовке и издании ряда основополагающих документов племенной работы, в том числе «Книга племенных животных герефордской породы» том I (Оренбург, 2010) и том II (Оренбург, 2017); «Книга племенного крупного рогатого скота казахской белоголовой породы» Том I (Оренбург, 2011); «Книга племенного крупного рогатого скота калмыцкой породы» том I (XI) (Оренбург, 2012) и том II (XII) (Оренбург, 2017). Материалы исследований использованы при составлении региональных программ: «Развитие мясного скотоводства Оренбургской области» на 2009-2012 гг.» и ведомственной целевой программы «Развитие мясного скотоводства в Челябинской области на 2013–2015 гг.», а так же при разработке «Концепции увеличения производства говядины и развития мясного скотоводства в России»; при подготовке и издании материалов «Экспортный потенциал и племенные ресурсы крупного рогатого скота мясных пород Оренбургской области» (2011); при подготовки Методических рекомендаций «Использование молекулярно-генетических маркеров в селекции крупного рогатого скота мясных пород» и др.

Результаты исследований позволили разработать и внедрить Планы селекционно-племенной работы со стадом крупного рогатого скота Каргалинского мясного типа СПК к/з «Родина» Оренбургской области на 2011-2015 гг., герефордского

скота ООО «ЛОГОС» Республики Татарстан на 2011-2015 гг. и ООО «Экспериментальное» Оренбургской области на 2013-2017 гг. и др.

**Публикации результатов исследований.** По теме диссертации опубликовано 59 научных работ, в том числе 26 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ для публикации основных результатов диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук; 2 статьи в журнале базы Scopus; 7 - монографий, учебных и методических пособий; 5 – книг племенного крупного рогатого скота мясных пород; 2 – патента на селекционные достижения; 1 – патент РФ на изобретение.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, обзора литературы, материала и методики исследований, результатов собственных исследований, заключения, выводов, предложений производству, списка использованной литературы. Работа изложена на 294 страницах компьютерной верстки, иллюстрирована 100 таблицами, 31 рисунками, 5 приложений. Список литературы включает 512 источников, из них 347 – на иностранных языках.

## **2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ**

Исследования были проведены в период с 2001 по 2020 гг. на базе селекционно-генетического центра по мясным породам скота ФГБНУ «Федерального научного центра биологических систем и агротехнологий РАН».

Объектом изучения был крупный рогатый скот казахской белоголовой, калмыцкой, герефордской, абердин-ангусской, симментальской (Брединского мясного типа) пород, а так же животные новых отечественных типов Каргалинского мясного типа и «Айта». В целом под наблюдением находилось более 8 тыс. голов крупного рогатого скота. Схема исследований представлена на рисунке 1.

Исследования проводились на племенных животных разводимых в Оренбургской, Челябинской, Курганской областях и Ставропольском крае РФ, регионах Республики Казахстан. Калмыцкая порода – племенной завод ООО «Агробизнес» (n=105) Республики Калмыкия; племенной репродуктор СПК к-з «Тобольский» (n=103) Оренбургской области; племенной завод СПК ПЗ «Дружба» (n=38) Ставропольского края. Казахская белоголовая порода – племенной завод ООО «Димитровское» (n=39) и племенной репродуктор СПК «Аниховский» (n=99) Оренбургской области; КХ «Талап» (n=17) Сырымского района Республики Казахстан. Герефордская порода - племенные заводы Агрофирма Калининская (n=18) и ПЗК ОАО ПФ (n=40) Челябинской области; племенной завод ООО «Экспериментальное» (n=131) Оренбургской области. Абердин-ангусская порода - племенной завод ООО «Суерь» (n=29) Курганской области. Симментальская порода Брединского мясного типа - племенной завод ООО Совхоз «Брединский» Челябинской области (n=40); племенной репродуктор ООО «Экспериментальное» (n=32) и СПК «Алга» (n=91) Оренбургской области. Каргалинского мясного типа - племенной репродуктор СПК (колхоз) «Родина» (n=350) Оренбургской области.

Животные содержались по технологии мясного скотоводства. Зимой скот находился на глубокой несменяемой подстилке, беспривязно, с кормлением и поением на выгульно-кормовых дворах, в сильные морозные дни или непогоду кормление скота проводилось внутри помещений. Молодняк до отъёма выращивался под матерями на подсосе. Кормление животных осуществлялось согласно нормам кормления (Калашников А.П. и др., 2015).



Рисунок 1. Схема исследований



Химический анализ кормов, их остатков, биосубстратов животных проводили в Испытательном центре (аккредитация № RA.RU.21ПФ59 от 02.12.2015) и ЦКП ([http://ckp-rf.ru/ckp/77384/?sphrase\\_id=2277975](http://ckp-rf.ru/ckp/77384/?sphrase_id=2277975)) ФНЦ БСТ РАН. Исследования проводились с использованием материально-технической и методической базы РИСЦ по Оренбургской области (ПЖ-77 №007336 от 26.12.16), лаборатории иммуногенетической экспертизы (ПЖ77 №006292 от 19.03.15), лаборатории селекционного контроля качества молока (ПЖ77 №007368 от 29.12.16).

Интенсивность роста животных изучали по результатам ежемесячных индивидуального взвешивания. Показатели относительного прироста живой массы определяли по формуле Броди С. Экстерьер животных изучали на основании промеров тела и сопоставления индексов телосложения.

Физиологическое состояние организма животных контролировали по клиническим (температура тела, частота пульса и дыхания) и гематологическим показателям. Морфологические показатели крови определяли с помощью автоматического гематологического анализатора URIT-2900 Vet Plus, (URIT Medial Electronic Co., Китай). Биохимические исследования сыворотки крови проводились на автоматическом биохимическом анализаторе CS-T240 («Dirui Industrial Co., Ltd», Китай) с использованием коммерческих биохимических наборов для ветеринарии ДиаВетТест (Россия) и коммерческих биохимических наборов Randox Laboratories Limited (Великобритания).

Иммуногенетические исследования проводили по семи локусам группы крови (EAA, EAB, EAC, EAF, EAL, EAS, EAZ) согласно правилам генетической экспертизы племенного материала крупного рогатого скота (Москва, 2003). Расчет частот встречаемости антигенных факторов, генотипов и аллелей проводили по Л.А. Животовскому и А.М. Машурову. Уровень генетического сходства пород определяли по Л.А. Животовскому, кластерный анализ и построение дендограмм осуществляли по А.М. Машурову и В.И. Черкащенко. Индекс генетического сходства и генетической дистанции между популяциями рассчитывали по М. Нею.

Для проведения молекулярно-генетических исследований крови животных были выделены препараты ДНК с использованием набора для Diatom NV DNA Prep 200. ПЦР в реальном времени проводили на программируемом амплификаторе АНК-32 («Синтол», Россия) в объеме реакционной смеси 25 мкл, содержащей 60 мМ трис-НСl (рН 8,5), 1,5 мМ MgCl<sub>2</sub>, 25 мМ KCl, 10 мМ меркаптоэтанол; 0,1 мМ тритон X-100; 0,2 мМ дНТФ, 1 ед. Taq ДНК полимеразы, по 0,5 мкМ каждого из праймеров. Амплификацию гена CAPN1 проводили по следующему режиму: 1. 95°C – 120 сек x 1; 2. 64°C – 40 сек x 40; 3. 95 °C - 20 сек x 40. Праймеры были синтезированы в НПФ «Синтол».

Исследовали полиморфизм генов bGH и TG5 методом полимеразной цепной реакции («GenePak<sup>R</sup> PCR Core», IsoGene Lab, Москва) с последующим рестрикционным анализом рестриктазой AluI (SibEnzyme, Россия). Фрагменты ДНК амплифицировали на программируемом термоциклере MyCycler (Bio-Rad, США). Для ПЦР использовали Taq-полимеразу (5 ед./мкл) с поставляемым буфером – 10xTag буфер. Все четыре нуклеотида – 10(2,5) mM dNTPs (Fermentas) были добавлены в реакционную смесь в конечной концентрации 0,2 mM. Праймеры использовали в концентрации 1 пМ на мкл реакционной смеси. Матричную ДНК добавляли в количестве 10–100 нг на одну реакцию. Гидролиз фрагментов ДНК ферментами AluI, производили в соответствии с рекомендациями изготовителя. Соматотропин – праймеры F: 5'-ATCCACACCCCTCCACACAGT-3' и R: 5'-CATTTTCCACCCCTCCCTACAG-3'. Тиреоглобулин – праймеры F: 5'-

GTGAAAATCTTGTGGAGGCTGTA-3' и R: 5'-GGGGATGACTACGAGTATGACTG-3'.  
Программа ПЦР 95°C – 30 сек., 64°C – 30 сек., 72°C – 60 сек.

ПДРФ-анализ продуктов амплификации исследуемых полиморфных участков проводился по следующей схеме. Полиморфизм *AluI*-полиморфизм гена гормона роста: рестриктаза – *AluI*; замена нуклеотида/аминокислоты С – G; распознаваемый нуклеотид/аллель - C/bGH-*AluII*; генотипы и соответствующие длины рестрикционных фрагментов - GH-*AluIVV*:208, GH-*AluIVL*:208+172+35, GH*AluILL*: 172+3. Полиморфизм *BstXI*-полиморфизм гена тиреоглобулина: рестриктаза – *BstXI*; замена нуклеотида/аминокислоты Т - С; распознаваемый нуклеотид/аллель - G/*TG5-BstXIT*; генотипы и соответствующие длины рестрикционных фрагментов - *TG5-BstXI T*:473, *TG5-BstXICC*:295+173, *TG5-BstXICT*:473+295+173.

Морфофункциональные характеристики тканей изучались по общепринятой методике. Световую микроскопию осуществлялась микроскопом Micros MSD 500 (Австрия), оснащенного цифровой камерой, электронную - на электронном микроскопе JEM - 7A (Япония). Количественную информацию о размерах мышечных волокон получали в ходе морфометрических исследований при использовании окуляр-микрометра МОВ-1 -15x1500 (ГОСТ 15150-69). В отдельном образце ткани измерение каждого показателя осуществлялось не менее чем в 16 полях зрения каждого объекта.

В процессе гистостереометрических исследований оценивали объемы и удельную площадь гистологических структур с помощью окулярных вставок: измерительных линеек, контрольных точек для работы по исчислению объема структур.

Естественную резистентность организма крупного рогатого скота определяли по фагоцитарной активности лейкоцитов крови и содержанию фермента лизоцима по А.А. Кудрявцеву, А.А. Кудрявцевой.

Молочность коров устанавливали по показателям контрольных взвешиваний телят до кормления и после, а также по живой массы телят в возрасте 8 месяцев. Воспроизводительную способность коров изучали по продолжительности сервис- периода и оплодотворяемости после первого осеменения.

Контрольный убой молодняка проводили согласно методическим рекомендациям ФНЦ БСТ РАН. Качество шкур оценивали по методике Г.И. Кульчумовой и И.П. Заднепрянского. Морфологический состав туш определяли путем их обвалки, а качественный состав мякоти – жиловкой. Химический состав мяса определяли по методике ФНЦ БСТ РАН и на основании результатов исследований рассчитывали его энергетическую ценность по В.А. Александрову. Белковый качественный показатель определяли по содержанию в пробах мяса незаменимой аминокислоты триптофана (метод Неймана-Логана) и заменимой – оксипролина (метод Спайза и Чемберза).

Кулинарно-технологические показатели мяса определяли по общепринятым методикам: влагоудерживающую – планиметрическим методом прессования (метод Грау-Хамма в модификации Воловинской-Кельман); увариваемость – по разнице в массе до и после варки; рН мяса с помощью рН метра на глубине 4-5 см; йодное число по – Гюблю; температуру плавления жира – капиллярным методом.

Характер трансформации питательных веществ рационов в белок и энергию продуктов убоя молодняка определяли по методике Левахина В.И. и др. (1999). По итогам исследований была дана экономическая оценка разработанных решений.

Данные, полученные в исследованиях, были подвергнуты биометрической обработке на ПК с помощью пакета программ «Exel», Statistika 10RU.

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

**3.1 Создание и биологические особенности «Каргалинского» мясного типа крупного рогатого скота.** На начальном этапе наших исследований было принято принципиальное решение об улучшении красного степного скота через использование генетики шортгорнов. При этом мы исходили из опыта успешного скрещивания красного степного и шортгорнского скота, подтвержденного исследованиями А.Е. Мокеева, П.Н. Буйной (1959); Д.А. Топилина, Н.А. Мелехина (1959); Э.В. Лория, К.Ф. Лория (1961); А.М. Белоусовой, В.Е. Артюшиным (1975); И.П. Заднепрянского (1978) и др. Важным на наш взгляд являлся факт, что в сравнительных испытаниях помеси красных степных коров с шортгорнами превосходили аналогов полученных от быков герефордской и абердин-ангусской пород (М.А. Комисаренко, 1964).

В целом шортгорнская порода по ряду признаков не уступает признанным мировым породам мясного скота – ангусам и герефордам. Причем шортгорны далеко не порода вчерашнего дня (Arango J A, Cundiff L V, Van Vleck L D, 2004). Это убедительно было показано в совсем недавних исследованиях. Так сравнительные исследования Университета штата Айова (ISU) опубликованные в 2020 году показали, что телки шортгорнской породы расходуя около 6,36 фунтов корма на фунт прироста, превосходили по этому показателю чистопородных аналогов других мясных пород (данные Национального американского теста - 6,59 фунтов). Как следует из представленных данных телки шортгорнской породы при живой массе в начале испытаний 547 фунтов, к окончанию исследований достигли живой массы 805 фунтов (диапазон от 623 до 989 фунтов), с интенсивностью роста до 2,63 фунтов в день или 1189 г/сутки. (<https://shorthorn.org/wp-content/uploads/2020/03/Heifer-Project-ISU-MayJune20.pdf>).

Другой выдающейся чертой шортгорнов как породы являются прекрасные воспроизводительные качества и высокая молочность. Так в испытаниях Университета штата Иллинойс в 2019-2020 годах показано, что 99% шортгорнских маток телятся без посторонней помощи (<https://shorthorn.org/wp-content/uploads/2019/03/Sire-Test-Performance-Review-April20.pdf>).

Все вышесказанное убедило нас в правильности нашей рабочей гипотезы. Необходимо отметить, что реализация на практике плана создания нового типа так же подтвердила верность разработки. Результатом этой работы стал новый тип «Каргалинский» мясного крупного рогатого скота (патент на селекционное достижение № 5648 от 19 ноября 2010 г). Комплексные исследования включали в себя воспроизводительное скрещивание коров красной степной породы с шортгорнами мясного типа до получения животных с долями крови 1/8 и 7/8 соответственно и дальнейшее разведение особей желательного типа «в себе».

Формирование генеалогической структуры стада и создание генеалогических линий проводилось на основе быков-производителей Запада 1 и Казбека 55. Наиболее характерным признаком животных генеалогической линии Запада 1 является комолость. Родоначальник линии Запад 1 в возрасте 3-х лет имел массу 910 кг и оценивался классом элита-рекорд. Основная структура генеалогической линии представлена через его сына Аромата 17 ФШМ-18, внук которого Комолый 5652 ФШМ-45 оставил многочисленное потомство, среди которого выделено 2 его сына – Капитан 6724 ФШМ-57 и Кентавр 7276 ФШМ-63. При оценке по качеству потомства они получили комплексные селекционные индексы 101,3 и 101,5 соответственно. В свою очередь от Капитана 6724 было оставлено 3 сына — Каскад 22012 ФШМ-67, Колорит 8396 ФШМ-69 и Капрал 24090. Генетический материал быков Капитана 6724

и Колорита 8396 и был использован при создании Каргалинского типа.

Основными продолжателями данной генеалогической линии являются быки-производители – внуки Капитана 6724, сыновья Командира 354 – Алтын 6805, Красный 6888 и Круг 6279, и внуки Колорита 8396 – Камыш 6302, Казак 6852, Клен 6850, Ковыль 6279, Каравай 6840 и Кузов 6852. Необходимо отметить, что все быки-производители прошли оценку по собственной продуктивности и получили высокий комплексный класс. Выделены два быка-производителя в качестве родоначальников генеалогических линий Каргалинского мясного типа – Алтын 6805 и Камыш 6302.

Родоначальник генеалогической линии Казбек 55 (белой масти) рожден в Канаде и характеризовался компактным телосложением и в возрасте 6 лет имел живую массу 700 кг, а в 8 – 800 кг. В результате племенной работы в стаде скота создаваемого Каргалинского типа был также выделен бык-производитель Снежок 6860 в качестве родоначальника генеалогической линии.

**Оценка бычков по собственной продуктивности и их отцов по качеству потомства.** По результатам оценки трех быков-производителей по качеству потомства установлено, что в период испытания сыновьями Забавника 324 было потреблено на 17,3 и 29,6 кормовых единиц больше, чем сверстниками Красавчика 308 и Командира 354. Наивысшей живой массой характеризовались сыновья Забавника 324, в среднем на 24 кг (5,85%,  $P < 0,05$ ) превосходя потомков Красавчика 308, на 13,9 кг (3,39%) – потомков Командира 354.

Дочери Забавника 324 в период испытания с 8 до 15-месячного возраста потребили на 42,9 и 64,7 кормовых единиц и 4,6 и 5,9 кг переваримого протеина больше, нежели сверстницы. Дочери этого производителя на 1,1 кг (0,34%) и на 11,7 кг (3,63%) превосходили сверстниц из групп Красавчика 308 и Командира 354 соответственно. Однако по среднесуточному приросту за период испытания установлено незначительное превосходство дочерей Красавчика 308 над сверстницами Забавника 324 и Командира 354 – 6,7 г и 10,0 г (1,14 и 1,66%) соответственно.

По результатам оценки быков-производителей по качеству потомства бык-производитель Забавник 324, оказался улучшателем с комплексным индексом «Б» по бычкам 107,4, по телкам – 102,01. В конце испытания средняя живая масса бычков в возрасте 15 месяцев составляла 398,0 кг, и соответствовала стандарту породы. При этом лучшие бычки достигли живой массы 425-455 кг, что соответствует высшим бонитировочным классам.

**Характеристика быков-производителей нового типа, используемых в стаде.** В этой связи необходимо отметить быков-производителей Снежка 6860, Алтына 6805, Аккара 6892 и Камыша 6302. У быков-производителей Аккара 6892 и Снежок 6860 индекс «А» соответственно составил 106,7 и 103,1, у Алтына 6805 - 105,5, а у Камыша 6302 - 102,4. Эти быки обладают высоким ростом, удлиненным туловищем, хорошим развитием задней трети туловища, легкой комолой головой и высокой продуктивностью, в связи с чем они (кроме Аккара 6892) выделены как родоначальники трех генеалогических линий.

**Воспроизводительная способность маточного поголовья.** Более ранним возрастом проявления первого полового цикла характеризовались телки базового варианта. У сверстниц нового мясного типа начало пубертатного периода было позже на 5-6 сут. Длительность периода полового созревания, за время которого произошло формирование половой цикличности, наибольшей была у телок Каргалинского типа –  $76,6 \pm 5,86$  сут, а наименьшей – у их сверстниц базового варианта –  $59,5 \pm 4,21$  сут. Живая масса при установившейся половой цикличности составила  $241,2 \pm 5,41$  и  $195,5 \pm 3,14$  кг; после отела,  $419,2 \pm 7,15$  и  $374,2 \pm 6,93$  кг, соответственно.

При выращивании в одинаковых условиях телок сравниваемых генотипов, в различные периоды цикла воспроизводства, осеменения и отела, различаются по возрастным параметрам и по живой массе. Преимущество по живой массе перед отелом и после него было на стороне животных нового мясного типа. Лучшими быками по качеству спермопродукции и половой активности являются Снежок 6860, Алтын 6805, Камыш 6302 и Красный 6888. При этом активность спермы составляет 9 баллов и концентрация – 1,2-1,3 млрд шт./мл.

Работа по совершенствованию нового типа позволила повысить живую массу бычков в 8 месячном возрасте с 202 кг в 2007 году, 202 кг в 2008; 208 в 2009; 215 в 2013; 210 в 2014 и 221 кг в 2015 году. При этом живая масса бычков в 18 месячном возрасте составила 466, 468, 475, 477, 485 и 452 кг; телок 323, 333, 350, 322, 323 и 351кг, соответственно. Выход телят по годам изменялся от 78 до 89 голов на 100 маток. Таким образом, потенциальная продуктивность нового мясного Каргалинского типа крупного рогатого скота достаточно высока и стабильна. Живая масса быков Каргалинского типа (кг) в возрасте 2 лет составила в среднем 647,2; 3х лет - 749,5; 4х лет - 825,9; 5ти лет - 846,5кг.

Живая масса коров Каргалинского типа (кг) в возрасте 3 лет составила в среднем 414,5; 4х лет - 434,7; 5-ти лет - 490,7.

**Молочность коров.** Исследования молочности коров Каргалинского типа за период с 2004 по 2009 год установили факт нарастания молочности с 200,7 кг в возрасте 3 лет, до 201,8 кг в возрасте 4 и 206,3 кг в возрасте 5 лет и старше.

**Характеристика родоначальников генеалогических линий Каргалинского типа мясного скота.** Бык производитель Алтын 6805, 2006 года рождения, характеризовался наибольшей оценкой экстерьера и конституции – 91 балл, в возрасте 2,8 года весил 690 кг. Класс по комплексу признаков - элита. Родоначальник линии бык Камыш 6302, 2007 года рождения, оценен по экстерьеру на 87 баллов, в 2,8 года весил 670 кг, элита. Бык Снежок 6860, 2007 года рождения, оценен по экстерьеру на 88 баллов, в 2,3 года весил 630 кг, элита.

**3.1.1 Генетические различия по эритроцитарным антигенам.** В популяциях красной степной и шортгорнской пород, вновь созданного Каргалинского мясного типа по системам А, В, С, F-V, L, S, Z частота встречаемости антигенных факторов варьировала от 0 до 94,3%. В сравниваемых популяциях не выявлены антигены: по А-системе - А1, по В-системе – F', K' и J'. Частота встречаемости по А системе была наибольшей для антигена А2 - 59% в популяции красного степного скота, 76% - по шортгорнской породе и 63% по Каргалинскому типу. Детально останавливаясь на отдельных системам, следует отметить, что по системе В для красного степного скота наибольшая частота встречаемости отмечена по антигенам В2 – 53, Y2 – 56,5, E'3 – 51,6, Q' – 48,5 G'' – 46,7%; шортгорнам по антигенам G2 – 51, Y2 – 62, E'3 – 90, O' – 70 и Q' – 65%; в популяции животных Каргалинского мясного типа G2 - 41, Y2 – 59, E'3 – 80, O' – 30, Q' – 30, G'' – 18,5%. Наименьшая частота встречаемости антигена G'' была характерна для шортгорнской породы только 2% при встречаемости O2 – 10%. Частота встречаемости антигена С1 в популяции красного степного скота составила 50,8%, шортгорнской породы – 34%, E – 84% и 12%, R1– 4,1 и 76%, W – 61,5 и 11%, соответственно.

Как следует из полученных результатов генетическое сходство между животными красной степной породы и Каргалинского типа составляет  $I_r=0,826$ , между шортгорнской породой и Каргалинским типом -  $I_r=0,866$ , тогда как генетические дистанции между ними соответственно составляют –  $D_N=0,191$  и  $D_N=0,144$  (рисунок 2).

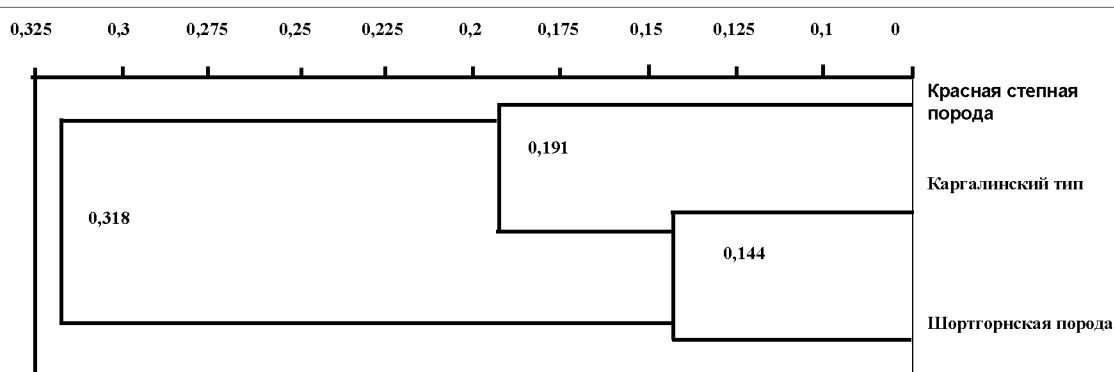


Рисунок 2 Дендрограмма взаимоотношений между анализируемыми популяциями

### 3.1.2 Хозяйственно-биологические особенности «Каргалинского» мясного типа скота.

Испытания на хозяйственно-полезные качества проводились в СПК колхоз «Родина» Сакмарского района Оренбургской области. С целью проведения сравнительной оценки степени выраженности признаков создаваемого Каргалинского мясного типа с базовым вариантом было отобрано по 20 быков-производителей, 50 голов коров-первотелок и 50 новорожденных бычков и телок.

**Условия кормления и содержания подопытных животных.** Рационы формировались их кормов собственного производства и состояли из сена, силоса и концентрированных кормов. Расход кормов за период проведения испытания в среднем составил на 1 быка-производителя 13,2; коровы-первотелки – 9,1; бычка – 8,6 и телки – 8,8 кормовых единиц в сутки. Испытания проводились на женских и мужских особях нового типа в сравнении с базовым вариантом, которым служили животные отечественной красной степной породы.

**Рост и развитие.** Бычки нового мясного типа при рождении отличались большей на 8,8% ( $P < 0,001$ ) живой массой, по сравнению с базовым вариантом. При этом различий по этому показателю между телками установлено не было. В возрасте 8 месяцев живая масса бычков базового варианта составила  $205,4 \pm 2,10$  кг, а нового –  $210,4 \pm 2,27$  кг, (различия 2,4%), телок соответственно  $195,5 \pm 2,13$  и  $190,5 \pm 2,52$  кг (различия 2,6%). В 15 месяцев бычки Каргалинского типа превосходили сверстников на 25,6 кг или 6,4% ( $P < 0,001$ ), а телки – на 15,3 кг или 4,9% ( $P < 0,001$ ). Сходные различия оказались по уровню среднесуточного прироста, с 8 до 15-месячного возраста бычки нового типа по интенсивности роста опережали сверстников на 107 г или 11,9% ( $P < 0,001$ ), а за весь период – на 51 г или 6,24% ( $P < 0,001$ ). Аналогичные различия для телок за весь период выращивания составили – 34,5 г или 5,7% ( $P < 0,001$ ).

**Мясная продуктивность.** Животные Каргалинского типа имели более выраженные мясные формы имели живую массу  $380,7 \pm 10,91$  кг в 15 и  $475,5 \pm 7,42$  кг в 18 месячном возрасте, что на 4,5 и 6,4% превышало аналогичный показатель у бычков базового варианта. Различия по выходу туши составили 1,1 и 2,0%. При этом бычки нового Каргалинского типа превосходили их по массе туши в 15 месячном возрасте на 13,0 кг (6,6%;  $P < 0,05$ ), в 18 месяцев 25,3 кг (10,3%;  $P < 0,05$ ), а по убойному выходу соответственно на 0,5% и 1,7%.

Прирост массы мякоти с 15 до 18 месяцев у бычков красной степной породы составлял 39,8 кг (26,0%), у сверстников Каргалинского типа II группы - 51,1 кг (30,9%), а относительное содержание мякоти повысилось только у животных нового типа на 0,4%, при снижении у чистопородных сверстников на 0,3%. Индекс мясности у молодняка всех групп был на довольно высоком уровне, однако бычки II группы по этому показателю

превосходили чистопородных сверстников на 0,2-0,4 кг.

**Химический состав и биологическая ценность мяса.** Удельное содержание энергии в мякоти животных базового варианта в 15 и 18 месячном возрасте составила 7,01 и 7,74 МДж/кг, что оказалось больше нового варианта на 0,4 и 0,3 МДж/кг, соответственно. Соотношение протеина и жира в этом возрасте составило в I группе – 1 : 0,69, а во II – 1 : 0,55, что, в свою очередь, подтверждает достаточно высокую пищевую и энергетическую ценность мяса молодняка всех групп. Белковый качественный показатель (отношение содержания триптофана к осипролину) в длиннейшей мышце спины у молодняка всех групп был выше 6,0, что указывает на высокое качество и биохимическую полноценность мяса.

**Биоконверсия протеина и энергии кормов.** Животные нового типа превосходили сверстников по способности трансформировать протеин корма в продукцию. Так в этой группе расход протеина корма на производство прироста живой массы оказался на 29 г/кг а или 3,1% меньше до 15 месячного возраста, 55 г/кг или 5,4% до 18 месячного периода, в сравнении с контролем. Различия по содержанию белка в съедобных частях тела составили 5,51 кг (14,9%) и 7,42 кг (16,1%), соответственно. Конверсия протеина корма в съедобную часть тела животных нового типа за весь период выращивания составила – 9,22%, в базовом варианте – 7,87%. Относительно большее отложение жира в съедобной части тела животных базового варианта - 23,79 кг/голову, против 23,12 кг у животных нового типа, сопровождалось закономерно большим коэффициентом конверсии энергии корма в контроле, в среднем за весь период исследований на 0,26% превосходивший новый тип.

**Экономическая эффективность выращивания животных.** Молодняк нового Каргалинского типа оказался более экономически выгодным в сравнении с базовым вариантом, что определялось лучшей оплатой корма приростом живой массы и относительно низкой себестоимостью продукции. Как следует из полученных данных затраты на производство прироста 1 ц живой массы в группе бычков нового типа оказались ниже группы сравнения на 46,10 рубля в 15 месяцев и на 50,4 рубля в 18 месяцев. С учетом более высокой цены реализации рентабельность производства говядины при выращивании молодняка Каргалинского мясного типа оказалась выше базового варианта на 3,2%.

**3.1.3 Оценка частоты встречаемости и генетической изменчивости желательных генотипов в анализируемых популяциях.** Понимание того, что дальнейший селекционный прогресс по совершенствованию вновь созданного типа не возможен без применения передовых методов молекулярной генетики нами были предприняты исследования по этому направлению. При этом мы исходили из понимания того что генетически обусловленные признаки тесно связаны с важными экономическими показателями мясного скотоводства, такими как: масса туши (Setoguchi K. et al., 2009; Nishimura S, et al., 2012); мраморность (Yamada T, et al., 2009; Narukami T. et al., 2011; Beak Seok-Hyeon, et al., 2019); площадь мышечного глазка (Nishimaki T. et al., 2016); жирнокислотный состав мяса (Taniguchi M, et al., 2004, 2018; Abe T. et al., 2009; Hayakawa K. et al., 2015); фертильность (Ma L, et al., 2019) и др..

На первом этапе исследований наши усилия были направлены на дальнейшее повышение мясной продуктивности скота, в том числе через селекцию по признаку CAPN1. Оценка полиморфизма этого гена предполагает исследования генотипов гомозиготных и гетерозиготных по С и G.

В рамках популяции скота Каргалинского мясного типа нами было выявлено около 17 % животных с генотипом CC, около 33% - GC и 50% с генотипом GG. Как следует из анализа литературы столь же низкая частота генотипа CAPN1 316 CC и

более высокая доля выборки с генотипом CAPN1 316 GG были ранее описаны и в других работах, в числе которых ВТ. Page, et al. (2004), Van Eenennaam et al. (2007) и Т. Smith, et al. (2009) для разных генетических групп и пород в Соединенные Штаты. Во многом схожие результаты были получены в исследованиях Parra-Bracamonte et al. (2009) и С. А. Bonilla, et al., (2010) на модели крупного рогатого скота Мексики. Причем в отдельных работах у оцениваемого скота и вовсе не был обнаружен генотип CAPN1 316 CC, что имело место на фоне неожиданно высокой частоты гетерозигот CAPN1 316 GC (0,92) в популяции племенного скота Брахмана (Parra-Bracamonte et al., 2007). Следует отметить, что частота встречаемости для CAPN1 4751 характеризуется примерно такой же закономерностью для различных популяций мясного скота в Соединенных Штатах и Мексике (White SN, et al., 2005; Parra-Bracamonte GM, et al., 2007, 2009; Smith T, et al. 2009; Van Eenennaam AL, et al., 2007).

Как следует из анализа полученных данных частота встречаемости гетерозигот (GC) в популяции животных Каргалинского мясного типа оказалась выше аналогичного показателя калмыцкого скота на 17,9% ( $P < 0,05$ ) казахской белоголового на 30,1% ( $P < 0,001$ ). На основе теоретических предпосылок популяционной генетики на основании соотношения Харди-Вайнберга, частоты гомозигот в популяции равны квадратам частот аллелей. Исследованиями установлено, что ожидаемая гетерозиготность по изучаемым локусам в микропопуляции калмыцкого скота составила  $0,395 \pm 0,040$ . Смещение фактической гетерозиготности по сравнению с ожидаемой составило 0,247 ( $P < 0,001$ ). В популяции скота казахской белоголовой породы ожидаемая гетерозиготность составила  $0,204 \pm 0,0518$ , тогда как фактическая частота гетерозигот была 0,026, а разность между этими показателями – 0,178 ( $P < 0,001$ ). При анализе микропопуляции Каргалинского мясного типа ожидаемая гетерозиготность составила  $0,447 \pm 0,0404$ , при этом смещение в большую сторону по сравнению с фактической частотой встречаемости гетерозигот составило 0,120 ( $P < 0,001$ ).

**3.1.4 Исследования по выявлению маркеров нежности мяса крупного рогатого скота Каргалинского мясного типа.** Исследования проводили в племенном репродукторе СПК (колхоз) «Родина» Сакмарского района Оренбургской области. Объектами исследования служили коровы-матери Каргалинского мясного типа в количестве 52 головы в возрасте 2-3 отелов. Живая масса коров II отела -  $490,0 \pm 8,85$  кг, III отела -  $537,8 \pm 5,23$  кг.

Животные с генотипом CC на всех этапах исследования превосходили по живой массе аналогов GG и CG, в возрасте 205 суток на 6,9% ( $P < 0,01$ ) и 6,4% ( $P < 0,05$ ); в 15 месяцев на 3,6% ( $P < 0,05$ ) и 2,00%, в 18 месяцев на 2,7%, ( $P < 0,05$ ) и 1,9%, соответственно. В возрасте 3 года коровы с генотипом CC превосходили сверстниц с генотипом GG на 22,5 кг или 5,2%, ( $P < 0,05$ ), CG на 11,0 кг или 2,5; в 4 года на 40,2 кг или 8,4% ( $P < 0,001$ ) и 28,9 кг или 5,9% ( $P < 0,001$ ); в возрасте 5 лет на 16,58 кг или 3,09% и 10,84 кг или 2,06%, соответственно.

Таким образом, динамика весового развития телок - гомозигот по гену CAPN1 C 316, а впоследствии и коров, достоверно превышает сверстниц с генотипом GG, а в некоторых случаях и гетерозигот. В связи с чем, на наш взгляд более эффективно разведение животных желательного генотипа.

При анализе силы влияния генотипа на живую массу маточного поголовья, нами были сформированы однофакторные комплексы (таблица 1).



Таблица 1 - Влияние генотипа на живую массу коров

Возраст	Показатель силы влияния				
	$\eta^2_x$	$\eta^2_z$	$\eta^2_y$	$F_x$	$P_x$
205 сут.	0,1034	0,8966	1,00	2,88	$P<0,05$
12 мес	0,0663	0,9337	1,00	1,77	
15 мес	0,0328	0,9672	1,00	0,85	
18 мес	0,0232	0,9768	1,00	0,59	
24 мес	0,2222	0,7778	1,00	7,14	$P<0,01$
3 года	0,0931	0,9069	1,00	2,57	
4 года	0,2306	0,7694	1,00	7,49	$P<0,01$
5 лет и ст.	0,0684	0,9316	1,00	1,84	

Критерий Фишера при  $v_1 = k - \text{во градаций} - 1 (3 - 1) = 2$ ;  $v_2 = N - v_1 (v_2 = 50)$ :  
 $8,0 - P < 0,001$ ;  $5,1 - P < 0,01$ ;  $3,2 - P < 0,05$

Влияние генотипа на живую массу телок в возрасте 205 суток составило 10,3% ( $P < 0,05$ ), в возрасте 24 месяцев величина влияния генотипа на живую массу нетелей достигла 22,2% ( $P < 0,01$ ), в возрасте 3 лет 9,3%, в 4 года – 23,1% ( $P < 0,01$ ), в 5 лет и старше – 6,8%.

**3.1.4.1 Изучение органолептических и структурно-механических показателей качества охлажденной и вареной говядины при наличии (отсутствии) точечной мутации маркера CAPN1.** Рассматривая причинно-следственную связь в формировании органолептических признаков мяса как продукта можно отметить, что последние создаются через влияния аминокислот, пептидов, жирных кислот и сахаров, ароматических и прочих соединений. При этом как известно вкусовые характеристики мяса во многом формируются в процессе посмертной деградации белков, определяемой в том числе признаком CAPN1, что сопряжено с образованием свободных аминокислот и пептидов в мышцах крупного рогатого скота (Feidt C., et al 1996). Эти соединения способствуют развитию вкуса говядины, в том числе через формирование комплексов между аминокислотами и редуцированными моносахаридами (Koutsidis G., et al 2008). В частности, в мясе инозин 5'-монофосфат (ИМП), рибоза и глюкоза усиливают "мясной" аромат, а ИМП, рибоза и глюкоза 6-фосфат усиливают "жареный" аромат (Farmer L.J. et al 1989). Между тем, нуклеотидные трифосфаты, такие как аденозинтрифосфат (АТФ) и гуанозинтрифосфат, разрушаются во время посмертного созревания мяса, создавая связанные со вкусом продукты, включая гуанозинмонофосфат (Watanabe A., et al 1989). Кроме того, накопление молочной кислоты, вызванное гликолизом, приводит к снижению pH мышц (Huff-Lonergan E., et al 2010). Всестороннее изучение изменений, происходящих в посмертных мышечных метаболитах, может дать ключевую информацию о том, как контролировать образование ключевых соединений для развития качества мяса (Penny IF, Dransfield E. 1979; SM. Lee, Kwon et al 2011; T. Jiang, CL. Bratcher, 2016).

В соответствии с нашей методикой проведения исследований были сформированы три группы телок Каргалинского мясного типа с разным генотипом - I группа - GG, II - CC, III - CG. Животные с генотипом CC на протяжении всего исследования превосходили своих сверстниц с генотипом GG и CG, в возрасте 205 суток на 2,9 и 1,4%, в 15 месяцев на 7,7%, ( $P < 0,05$ ) и 6,2% ( $P < 0,01$ ), соответственно.

Установлено, что влияние генотипа на живую массу телок в возрасте 15 месяцев составляет 11,5%. Влияние генотипа на среднесуточный прирост телок от рождения до

15 месяцев было выше и составило 14,6% (таблица 2).

Таблица 2 - Влияние генотипа на живую массу и среднесуточный прирост телок

Показатель	Показатель силы влияния				
	$\eta^2_x$	$\eta^2_z$	$\eta^2_y$	$F_x$	$P_x$
Живая масса в возрасте 15 мес	0,115	0,885	1,00	1,82	-
Среднесуточный прирост в период от рождения до 15 мес	0,146	0,854	1,00	2,39	-

Критерий Фишера при  $v_1 = k - \text{во градаций} - 1 (3 - 1) = 2$ ;  $v_2 = N - v_1 (v_2 = 28)$ :

8,9 -  $P < 0,001$ ; 5,4 -  $P < 0,01$ ; 3,3 -  $P < 0,05$

Влияние генотипа на живую массу маток в полной мере проявляется в более старшем периоде, увеличиваясь к 2-летнему возрасту до 22,2%, а к возрасту 4 лет - до 23,1% ( $P < 0,01$ ).

**Мясная продуктивность телок.** Телки с генотипом СС достоверно превосходили сверстниц с генотипом GG по предубойной живой массе на 15,1% ( $P < 0,05$ ), животных с генотипом CG на 4,8%. Аналогичные расхождения по выходу туши составили 1,3 и 0,1%; по убойной массе 16,7% ( $P < 0,05$ ) и 4,15%, соответственно. В эксперименте была выявлена тенденция к увеличению отложения жира в депо у гетерозигот в сравнении с гомозиготами. Это выражалось в снижении внутреннего жира у телок генотипа СС на 5,8%, у телок с генотипом GG на 8,55%. В свою очередь наибольшее содержание мякоти было характерно для туш телок с генотипом СС, последние на 16,4% ( $P < 0,05$ ) превосходили по этому показателю животных с генотипом GG и на 12,2% ( $P < 0,05$ ) с генотипом GG.

**Химический состав мяса.** Различия по содержанию протеина в мясе-фарше между сравниваемыми генотипами оказались не значительными – 0,9-1,9%. В то же время расхождения по содержания жира оказались более выраженными. Мясо-фарш полученный от животных носителей генотипа GG содержал  $9,63 \pm 0,43\%$  жира, СС -  $13,84 \pm 0,43$ , CG -  $8,62 \pm 0,59\%$ .

Наибольшие значения показателя биологической полноценности длиннейшей мышцы спины оказались у гетерозиготных особей – 8,11. Значения этого показателя у гомозигот составляли 7,52-7,86. При этом наибольшее содержание триптофана было характерно для образцов мяса генотипа СС -  $366,61 \pm 6,73$  мг%, против  $361,3 \pm 4,10$  для CG и  $347,81 \pm 3,99$  для GG.

Показатель влагоемкости мяса был выше у телок с генотипом СС –  $53,59 \pm 2,48\%$ , тогда как сверстницы с генотипом CG характеризовались уровнем  $56,43 \pm 0,64\%$ , а с генотипом GG –  $57,63 \pm 2,25\%$ . Следовательно телки с генотипом СС по всем показателям химического состава мяса имели наилучшие показатели по сравнению со сверстницами других генотипов.

**Дегустационная оценка мяса телок.** Следует отметить, что ранее в исследованиях Пейдж и др. (2004) и White et al. (2005) Smith et al., (2009) показана ассоциация маркера CAPN1 316 с параметром нежности с 7 до 21 сутки созревания мяса. Однако для эффективного включения этих маркеров в программу генетического улучшения необходимы дополнительная валидационная информация для различных пород и меняющихся условий среды обитания животных (Parra-Bracamonte et al., 2009).

Объективно оценивая полученные результаты можно утверждать, что причиной столь выраженных различий стала именно проявление оцениваемого нами фактора.

Ранее в работах (Kodani Y, et al 2017; Ma D, et al 2017), показано, что в ходе автолиза эндогенные ферментативные системы, к числу которых относится фермент кодирующий CAPN1, расщепляя ткани высвобождают целый ряд метаболитов, включая ацилкарнитины, аминокислоты и др. оказывающие влияние на окраску говядины. При этом посмертный автолиз через деградацию белков (Muroya S, et al. 2014) увеличивает содержание в мышцах до 16 свободных аминокислот (Kitamura S, et al.. 2005; Muroya S, et al. 2004, 2006, 2007; Ma D, et al. 2017). Процесс деградации белка сопровождается повышением содержания дипептидов, в том числе Glu-Glu, выявляемого в тропонине-Т (Muroya S, et al. 2003), которые легко деградируют в ходе автолиза скелетной мускулатуры крупного рогатого скота (Muroya S, et al. 2006, 2007).

Вместе взятые, наши результаты и данные накопленные наукой показывают, что посмертный протеолиз генерируют свободные аминокислоты через распад мышечных белков благодаря деятельности эндопротеиназ, в том числе кальпаина (Nishimura T. 1998). В свою очередь генерация аминокислот и дипептидов способствует улучшению вкуса говядины (Voet D, Voet JG. 1995; Maehashi K, et al. 1999; Jung DW, et al. 2010). В ходе наших исследований образцы мяса, полученные от генотипов СС по комплексу органолептических признаков выгодно отличались от образцов полученных от животных с генотипами GG и CG, что выражалось в большем количестве баллов полученных при дегустации на 1,40 балл (16,7%) и 1,0 балл (11,9%), соответственно. Сочность образцов мяса в образцах, с генотипами СС составила 8,00 баллов, что было выше на 17,5 и 12,5% в сравнении с генотипами GG и CG.

При оценке «нежности» мяса нами получены схожие результаты - образцы животных с генотипам СС эксперты оценили как наиболее нежные, превосходя по этому показателю гомозиготы и гетерозиготы на 27,5 и 12,50%, соответственно.

Преимущество по внешнему виду образцов мяса от генотипов СС над GG составило 1,6 балла или 19,1%, с генотипом CG 1,40 балла или 16,7%. Влияние генотипа на физико-механические показатели нежности мяса составили 52,5% ( $P < 0,001$ ).

**Структурно-механические свойства мяса.** Сырое и вареное мясо, полученное от животных с желательным генотипом СС оказалось самым «нежными», что выражалось минимальными усилиями на разрезание, в среднем на 27,8% ( $P < 0,01$ ) меньше по сравнению с образцами, полученными от генотипов GG и на 4,6% по сравнению с CG. Схожие результаты были получены нами и при сравнении образцов мяса через 2 суток после убоя, выше аналогичные различия в этом случаи составили 29,9% ( $P < 0,001$ ) и 18,3% ( $P < 0,01$ ), соответственно. В последующем с развитием процесса автолиза тканей различия между сравниваемыми группами перестали быть достоверными, в результате не после 4 и 11, а в последующем и после 21 суток созревания мы не выявляли статистически значимых различий между генотипами по данному показателю. С увеличением срока созревания до 11 суток во всех случаях мы отмечали снижение сопротивления при резании.

### **3.2 Биологические особенности и продуктивность телок калмыцкой породы разных генотипов**

**Содержание и кормление.** Воспроизводство стада осуществлялось по технологии «корова-теленки», с последующим доращиванием и осеменением. Рационы телок были сбалансированы по основным питательным веществам. Животные с 8-месячного возраста получали 1,5 кг житняка сена, 1,5 кг сена суданки, 4,0 кг зерносенажа, 3,0 кг кукурузного силоса. В рационе содержалось 5,6 к. ед. и 569 г переваримого протеина. Тёлки за период выращивания от 8 до 14 и от 8 до 15 месяцев

потребляли 1625-1854 к. ед.

**Рост и развитие телок калмыцкой породы разных генотипов.** При рождении телки имели практически одинаковую массу. Однако в последующем ситуация изменилась и животные с генотипом СС на протяжении всего периода наблюдений превосходили аналогов с генотипами GG и CG по живой массе: в возрасте 6 месяцев на 5,4% ( $P<0,01$ ) и 3,4%; в возрасте 15 месяцев 6,6% ( $P<0,001$ ) и 5,2% ( $P<0,05$ ), 18 месяцев 6,2% ( $P<0,001$ ) и 5,7% ( $P<0,01$ ), соответственно. Аналогичные различия по уровню среднесуточного прироста составили за период от рождения до 205-суточного возраста 40,9 г/сутки или 5,5% ( $P<0,01$ ) и 19,2 г или 2,5%; в возрастной период от рождения до 15 месяцев 42,9 г или 7,2% ( $P<0,01$ ) и 35,4 г или 5,9% ( $P<0,05$ ); за весь период от рождения до 18-месячного возраста 37,5 г или 6,7% ( $P<0,01$ ), 35,0 г или 6,3% ( $P<0,05$ ).

**Взаимосвязь и наследуемость хозяйственно-биологических признаков.** В ходе экспериментов проанализирована повторяемость живой массы телок разных генотипов в основные возрастные периоды. Исследованиями установлена высокая положительная повторяемость живой массы в послетельный период телок, однако у животных разных генотипов величина этого показателя существенно варьирует. Так в период отъема телок от матерей повторяемость их живой массы в 6 и 8 месяцев имеет устойчивые высокие положительные и достоверные значения, которые у телок с генотипом GG составили  $0,62\pm 0,077$  ( $P<0,001$ ), в группе телок с генотипом СС  $r=0,80\pm 0,078$  ( $P<0,001$ ) и в группе телок с генотипом GC  $r=0,78\pm 0,109$  ( $P<0,001$ ). В заключительный период выращивания коэффициент повторяемости живой массы телок также был достаточно значимым и соответственно составил СС  $r=0,79\pm 0,047$  ( $P<0,001$ ),  $r=0,88\pm 0,047$  ( $P<0,001$ ) и  $r=0,84\pm 0,083$  ( $P<0,001$ ). Наличие высоких показателей повторяемости живой массы позволяет вести селекцию телок в более раннем возрасте. При анализе силы влияния генотипа на живую массу телок, оцениваемых по собственной продуктивности, нами были сформированы однофакторные комплексы. Дисперсионным анализом однофакторного комплекса наибольшее достоверное влияние генотипа на живую массу телок выявлено в возрасте 205 сут. – 6,67% ( $P<0,05$ ), на долю других факторов в этот возрастной период приходилось 93,33%, в возрасте 15 месяцев – 11,10% ( $P<0,01$ ) и 88,90% и в 18 месяцев – 11,19 ( $P<0,01$ ) и 88,81% соответственно. Следовательно, анализ динамики показателей, характеризующих весовой рост, свидетельствует об определенных различиях, обусловленных генотипом животных. При этом преимущество во всех случаях было на стороне телок калмыцкой породы с генотипом СС, их гетерозиготные сверстницы занимали промежуточное положение.

**Гематологические показатели и естественная резистентность.** У телок с генотипом GG к весеннему периоду количество эритроцитов в крови увеличилось на 2,8%, у их сверстниц с генотипом СС на 11,2% ( $P<0,05$ ) и GC – на 10,1%.

При этом в осенний период наивысшее и практически одинаковое содержание эритроцитов отмечается у телок с генотипом СС и CG. Превосходство животных гомозиготных по цитозину над гомозиготами с генотипом GG составило 5,8% ( $P<0,05$ ). В свою очередь, гетерозиготы превосходили сверстниц с генотипом GG на 6,8% ( $P<0,001$ ). В весенний период различия между группами сохранились. При этом практически одинаковое содержание эритроцитов было в группах телок-носителей мутации с генотипом СС и GC около  $7,1\cdot 10^{12}/л$ , что на 14,4-14,3% выше, по сравнению с телками с генотипом GG.

У телок с генотипом GG увеличение изучаемого показателя в осенний период по сравнению с весенним, составляло  $0,31\cdot 10^9/л$  (4,32%), у их сверстниц с генотипом СС –  $0,32\cdot 10^9/л$  (4,44%,  $P<0,05$ ), и с генотипом GC  $0,15\cdot 10^9/л$  (2,08%). Что касается

межгрупповых различий в осенний и весенний периоды, то у телок различных генотипов различия были несущественны и статистически недостоверны. При изучении белкового состава сыворотки крови молодняка разных генотипов установлены его колебания в связи с возрастом и сезоном года. При этом общей закономерностью было снижение содержания общего белка в сыворотке крови с возрастом, которое у молодняка с генотипом GG составляло 1,36 г/л (1,83%), с генотипом CC – 5,36 г/л (7,13%,  $P < 0,01$ ), с генотипом GC – 2,0 г/л (2,63%). Таким образом, наиболее существенное снижение величины изучаемого показателя наблюдалось у гомозиготных телок с генотипом CC.

Наибольшее количество общего белка в осенний период было в сыворотке крови телок с генотипом CC, они на 4,96 г/л (6,56%,  $P < 0,01$ ) превосходили сверстниц с генотипом GG и на 2,46 г/л (3,15%) сверстниц с генотипом GC. В весенний же период гетерозиготные телки опережали гомозиготных сверстниц с генотипом CC на 0,9 г/л и гомозиготных аналогов с генотипом GG на 1,86 г/л.

Полученные данные свидетельствуют о повышении общего количества глобулинов в сыворотке крови молодняка всех генотипов. Аналогичная динамика наблюдалась и в отношении содержания  $\alpha$ -глобулина и  $\beta$ -глобулина. В то же время концентрация  $\gamma$ -глобулинов понизилась у молодняка всех генотипов, что обусловлено спадом напряжения защитных сил организма в весенний период. Достаточно отметить, что увеличение изучаемого показателя в осенний период по сравнению с весенним у телок с генотипом GG составляло 0,29 г/л (1,18%), у сверстниц с генотипом CC – 1,3 г/л (5,35%,  $P < 0,001$ ) и GC – 0,44 г/л (1,80%). Что касается межгрупповых различий в разные сезоны года по содержанию  $\gamma$ -глобулинов, то необходимо отметить, что телки с генотипом CC достоверно превосходили своих сверстниц. При этом разница между ними и аналогами с генотипом GG составила 0,74 г/л (2,98%,  $P < 0,01$ ), а с гетерозиготами - 0,71 г/л (2,85%,  $P < 0,05$ ). В весенний период различия между группами молодняка были в большинстве случаев несущественны и статистически недостоверны. В то же время отмечалась тенденция преимущества телок с генотипом CC над своими сверстницами. Анализ динамики содержания в сыворотке крови кальция и фосфора свидетельствует об одинаковой их возрастной динамике.

С возрастом, отмечалось повышение БАСК сыворотки крови. Так, у телок с генотипом GG оно составляло 2,29% ( $P < 0,05$ ), с генотипом CC – 0,19% и GC – 0,13%. При межгрупповом анализе различий в разные сезоны года установлено, что в осенний период несколько выше были показатели у телок с генотипом CC, их преимущество составило 0,46% над сверстницами с генотипом GG и 0,19% с генотипом GC. Однако в весенний период преимущество было на стороне группы телок с генотипом GG – 2,02% и 2,23%.

У животных с генотипом GG в осенний период содержание лизоцима увеличилось на 0,10 мкг/мл (3,30%), с генотипом CC – 0,26 (9,25%) а у телок с генотипом GC значение этого показателя уменьшилось на 0,01 мкг/мл (0,31%). При межгрупповом сравнении показателя содержания лизоцима установлено, что наивысшее его значение было у телок с генотипом GC, они превосходили своих сверстниц с генотипом GG осенью на 0,11 мкг/мл (3,58%) и CC – на 0,05 мкг/мл (1,60%). Весной эта тенденция сохранилась и соответственно составила 0,22 мкг/мл (7,83%) и 0,38 мкг/мл (13,52%).

**Мясная продуктивность подопытных животных.** Животные с генотипом CC имели более высокую предубойную живую массу, превышающую уровень группы телок с генотипом GG на 29 кг (7,61 %), и CG - на 13 кг (3,41 %). Животные с генотипом CC по убойному выходу превосходили животных других групп на 1,2-0,9%. Выход мякоти составил в группе телок с генотипом CC – 78,8 % (164,22 кг), в группе с

генотипом CG – 76,6 % (151,66 кг) и с генотипом GG – 76,2 % (143,5 кг). Выход мякоти на 1 кг костей соответственно составил 4,49, 4,19 и 4,0 кг. Наибольшей убойной массой характеризовались телки с генотипом CC, которые превосходили по этому показателю сверстниц из группы с генотипом GG на 21,3 кг (9,56%,  $P < 0,05$ ) и гетерозигот - на 10,9 кг (4,89%). В свою очередь, гетерозиготы превосходили сверстниц с генотипом GG на 10,4 кг (4,91%). Это преимущество сохранялось и по убойному выходу.

**Химический состав мяса телок разных генотипов.** В ходе исследований установлено, что максимальное содержание жира наблюдалось в средней пробе мяса телок с генотипом CC, которое составило 16,9 %, по содержанию золы и протеина - в мясе телок существенной разницы не было обнаружено. Несколько меньшее содержание влаги - 63,2% отмечено в мясе телок с генотипом GG. Аналогичное соотношение показателей выявлено при исследовании длиннейшей мышцы спины.

**Динамика химического состава длиннейшей мышцы спины телок разных генотипов в процессе созревания.** Исследованиями установлено, что на 2-е сутки созревания мяса максимальное содержание протеина оказалось в образцах, полученных от телок с генотипом GG - 20,64%, они соответственно на 1,00 и 0,32% превосходили сверстниц с генотипом CC и CG. В процессе созревания мяса, на 18 сутки после убоя наибольшее содержание жира отмечено в образцах, полученных от телок с генотипом CC – 3,54%. По этому показателю они на 1,59% превосходили аналогов с генотипом GG и на 0,22% - с генотипом CG. Установлено, что в период созревания во всех образцах относительное его содержание понизилось по группе телок с генотипом GG – на 0,15%, CC – на 0,26% и CG – на 0,22%.

С увеличением срока хранения массовая доля влаги снижалась, в образцах животных с генотипом GG в период от 2 до 11 сут. созревания образцов потеря влаги составила 1,72%, а с 2 до 18 сут. – 1,88%. Аналогичные изменения в образцах, полученных от телок с генотипом CC составили 0,86 и 1,2%, с генотипом CG – 1,44 и 2,46%, соответственно.

Результаты исследования и их анализ свидетельствуют, что мясная продукция, полученная при убое молодняка всех генотипов, характеризовалась достаточно высокой влагоудерживающей способностью. При этом в группах с генотипами CC и CG от 2 сут до 11 сут. созревания происходило уменьшение показателя влагоемкости на 3,59 и 1,25%, а затем, к 18 сут. этот показатель увеличивался, достигнув соответственно значений 63,55 и 63,40%. В группе с генотипом GG происходило постепенное увеличение значений влагоемкости до 11- сут. созревания на 2,62%, а затем величина этого показателя снизилась на 2,66%.

С увеличением показателя влагоемкости, показатель потери мясного сока снижался. Так, в группах с генотипами CC и CG к 4 сут. созревания потери мясного сока увеличивались соответственно на 7,76 и 6,05%, тогда как в группе с генотипом GG от 2 до 11 сут. созревания мяса происходило понижение значений показателя потери мясного сока на 6,04%. При этом от 2 до 4-сут. созревания этот показатель понизился на 5,2%, к 18 сут. он снова увеличивается на 2,66% по сравнению с 11 сут.

В процессе созревания мяса наибольшее количество триптофана установлено в образцах в группе с генотипом CC к 4 суткам созревания, гетерозиготы уступали им по этому показателю 55 мг% (7,6%), а генотипы GG – 64 мг%. (15,28%,  $P < 0,05$ ). К 11 суткам созревания произошло максимальное снижение содержания триптофана во всех группах.

В проведенных исследованиях установлено, что при созревании мяса от 2 до 4 суток в группах с генотипами CC и CG происходило снижение оксипролина

соответственно на 1,7 и 3,7%, тогда как в образцах, полученных от телок с генотипом GG этот показатель увеличился на 3,9 мг%.

В наших исследованиях значение белкового качественного показателя у всех групп было выше 6, что свидетельствует о полноценности всех образцов мяса. Однако наивысших значений белковый качественный показатель достиг в группах с генотипами CC и CG к 4 сут. созревания мяса. При этом телки с генотипом CC на 1,18 ед. превосходили гетерозигот и соответственно на 2,37 и 1,19 ед. – сверстниц с генотипом GG.

Таким образом, к 4 сут. мясо, полученное от телок с генотипами CC и CG по всем физико-химическим показателям превосходило сверстниц с генотипом GG. При этом гетерозиготы по показателям, характеризующим нежность мяса приближались к гомозиготным генотипам с мутацией гена CAPN1 С 316.

### **3.3 Создание и биологические особенности нового мясного типа «Айта» крупного рогатого скота калмыцкой породы**

Создание нового мясного типа «Айта» (патент на селекционное достижение № 7679 от 29.01.2015 г.) основано на двух линиях Лелешко15-Дуплета 825 РЖ-10 и Блока 3218 ОРЖ-62-Моряка 12054, созданные в 1983 году в племзаводе «Зимовниковский» Ростовской области. Животные этих линий отличаются высокой продуктивностью. Были выделены коровы ведущей селекционной группы, от которой получали телят для ремонта стада (80%). Здесь применяли желательный подбор с быками-улучшателями ведущих линий Блока – Моряка, Лелешко – Дуплета, Манежа, Мушкета и др.

**Создание заводской линии Монолита 43016.** Для выявления родоначальника в 2006–2007 гг. были оценены по потомству 5 быков–производителей. К ним подобрали коров живой массой 460–480 кг с оценкой за телосложение 79–82 баллов. Несмотря на одинаковые условия кормления и содержания рост и развитие бычков – потомков разных отцов были различными по оплате корма и выраженности мясных форм. Живая масса бычков разных генотипов в возрасте 15 мес варьировала от 366 до 398 кг, среднесуточный прирост от 862 до 990 г. Наибольшая живая масса была у сыновей быка Монолита 43016 и Казака 42586 и превышала стандарт класса элита – рекорд на 4,7 и 2,6 %. Родоначальник создаваемой заводской линии бык–производитель Монолит 43016 – красный, белолобый родился в племзаводе ООО «Агробизнес» в 2004 г. от элита–рекордного быка–производителя Брат 21913. По сыновьям проведена его оценка по качеству потомства. По показателям живой массы и энергии роста его сыновья превосходили стандарт породы на 17,0 и 13,9 %. В настоящее время работают три потомка: быки-производители Мушкетер 72056, Майор 72038 и Караул 87066 последний является основным продолжателем линии Монолита.

**Создание заводской линии Казака 42586.** Бык Казак 42586 имел живую массу в возрасте 8 мес 194 кг, в 15 мес – 390 кг, в 2 г. – 550 кг, в 3 г. – 685 кг, в 4 г. - 790 кг, оценка – 90 баллов за экстерьер, высота в холке составила 131 см, глубина груди - 202 см, ширина в маклоках - 52 см, обхват пясти - 23 см. Бык Казак 42586 оценен по качеству потомства и является улучшателем с комплексным индексом «Б» 101, 7, живая масса 7 его сыновей в возрасте 15 месяцев составила 390 кг, что выше класса элита–рекорд на 25 кг, среднесуточный прирост – 933 г. Основными продолжателями линии Казака является бык-производитель Дубль 72010, бык-производитель Болт 4810,

бык-производитель Мавр 88064

**Линия Красавчика 17226.** Анализ показателей характеристики потомков продолжателей линии Блока 3218 ОРЖ-62-Моряка 12054, работавших в племзаводе «Агробизнес» показал, что выдающимся быком - производителем является Красавчик 17226, Поэтому на Красавчика 17226 была заложена новая заводская линия. Основными продолжателями линии Казака является бык-производитель Красавчик 17226, бык-производитель Байкал.

**Линия Лидера 37057.** Бык-производитель Лидер 37057 родился в 2003 г. в племзаводе «Агробизнес» от элита-рекордного быка получен методом кросса 2-х линий, его живая масса в возрасте 8 мес составляла 208 кг, в 15 мес – 407 кг, 18 мес – 468 кг, в 2 г. – 600 кг и 5 лет – 875 кг, 92 балла за телосложение. Основными продолжателями линии является бык-производитель Лотос 82040.

**Морфофункциональные особенности извитых семенных канальцев семенников.** С использованием обзорных гистологических, гистохимических, иммуноцитохимических (выявление экспрессии белков p53, bcl-2) и электронномикроскопических методов исследовали морфофункциональную характеристику извитых семенных канальцев семенников быков калмыцкой породы крупного рогатого скота. Результаты исследования показали, что диаметр ИСК составлял  $201,8 \pm 6,3$  мкм. Сперматогенез в извитых семенных канальцах регистрируется в течение всего года без выраженных сезонных колебаний. В сперматогенном эпителии обнаруживаются клетки всех стадий сперматогенеза от сперматогоний до сперматозоидов. Доля извитых семенных канальцев с деструкцией сперматогенного эпителия колебалась у разных животных в пределах 1–3%. Выраженность экспрессии проапоптотического белка p53 была низкой и регистрировалась преимущественно в сперматоцитах II порядка и сперматиде. Как показали электронномикроскопические исследования, одной из особенностей стенки извитых семенных канальцев в семенниках быков является то, что базальная мембрана, на которой лежат sustentocytes, является многослойной и представлена 5–6 параллельно расположенными фибриллярными слоями, между которыми расположено менее электронно-плотное основное вещество.

**Показатели продуктивности маточного поголовья нового мясного типа калмыцкой породы «Айта» разных генотипов.** Как следует из полученных результатов живая масса коров нового типа на 5,4%, ( $P < 0,001$ ) превышала аналогичный показатель животных базового варианта. При этом живая масса полновозрастных коров стада составила 498,0 кг, а 420 коров племенного ядра –  $506,0 \pm 2,12$  кг. Анализ живой массы коров создаваемых линий показал, что наибольшим показателем характеризовались животные линии Красавчика 17226. Различия между линиями Казака 42586 и Монолита 473016 и сверстницами стада были составили 25,3 кг (5,40%,  $P < 0,001$ ).

**Молочность коров.** Наибольшим показателем молочности характеризовались коровы, линии Красавчика 17226, которые по этому показателю превосходили аналогов линий Монолита 473016 и Казака 42586 на 0,62-0,67%, соответственно. Установлено, что сила влияния генотипа матерей на живую массу их дочерей составила 25,2%, молочности – 23,2%, а средние показатели стада составили соответственно 22,6 и 20,4% (таблица 3).



Таблица 3 - Молочность коров, кг

Линия	Молочность, кг					
	коров линии			матерей линейных коров		
	n	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv	n	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv
Красавчика 17226	133	193,4±1,05	6,20	133	191,4±0,98	5,89
Казака 42586	71	192,1±1,59	6,84	71	190,2±2,93	12,68
Монолита 43016	158	192,2±1,49	6,48	158	190,6±1,51	6,62
В среднем по линиям	362	192,6±0,75	6,44	362	190,8±0,96	8,30
В среднем по сверстницам	467	191,9±0,52	6,39	467	189,9±0,58	7,21
В среднем по стаду	829	192,2±0,43	6,41	829	190,3±0,50	0,50

Наилучшей сочетаемостью, как по живой массе, так и по молочности, характеризуются коровы, относящиеся к линии Красавчика 17226 с различной степенью инбридинга (от слабого до среднего), они на 5,1% превосходили аналогов из линии Монолита 473016 по живой массе и на 1,1% по молочности. Наилучшие сочетания выявлены при сочетании линий Монолита 473016 и Красавчика 17226 – 446,6 кг по живой массе и Казака 42586 и Красавчика 17226 – 191,1 кг по молочности.

**3.3.1 Хозяйственно-биологические особенности мясного типа «Айта».** Испытание нового типа скота калмыцкой породы на хозяйственно-полезные качества проводилось в ООО «Агробизнес» Целинного района Республики Калмыкия в период 2012-2013 гг. С целью проведения сравнительной оценки степени выраженности признаков создаваемого мясного типа «Айта» калмыцкой породы скота с базовым вариантом было отобрано по 15 новорожденных бычков. Рационы составлялись с учетом максимального прироста живой массы, на кормах собственного производства и состояли из сена пырея, люцерны, концентратов (состав: 50% ячменя, 30% овса и 20% пшеницы) и белково-витаминных добавок. Расход кормов за период проведения испытания в среднем составил 8,1 кормовых единиц на голову.

**Рост и развитие.** В возрасте 3 месяца живая масса животных нового типа составила 99,8, что на 9,5% ( $P < 0,05$ ). К 8 месячному возрасту эта разница снизилась до 5,3% ( $P < 0,05$ ) к 12 месячному возрасту до 4,9% ( $P < 0,05$ ). В возрасте 15 месяцев преимущество молодняка нового типа по живой массе над сверстниками из контроля составило 17,9 кг или 4,9% ( $P < 0,05$ ). В этом возрасте бычки базового варианта превышали стандарт породы на 20,6 кг (6%), а сверстники нового типа на 38,5 кг (11,2%) и соответствовали требованиям класса элита. Период с 12 до 15 мес. характеризуется максимальной продуктивностью бычков нового типа (834 г), тогда как интенсивность роста молодняка базового варианта была ниже на 39 г (4,9%;  $P < 0,05$ ).

**Мясная продуктивность.** Съёмная живая масса животных базового варианта составила - 364,8±3,82 кг, нового типа - 382,5±4,16 кг. При этом от животных нового типа были получены более тяжелые туши – 191,4 кг, против 179,6 кг в группе сравнения. Выход туши составил 55,0±1,46 и 54,5±1,18%, соответственно. Наибольший убойный выход зафиксирован в группе нового типа – 57,3%, в базовом варианте этот показатель составлял 57,2%.

**Морфологический состав туш.** Туши животных нового типа отличались от аналогов по массе поясничной и тазобедренной частей на 0,5 кг или 5,9% и 2,9 кг или 8,8%, соответственно. Причем относительный выход этих отрубов у бычков всех групп

был достаточно высоким и составил у бычков базового варианта 43,2%, нового типа 44,4%. Выход мякоти на 1 кг костей был наибольшим у бычков нового типа в среднем на 6,8% ( $P < 0,05$ ) в сравнении с базовым вариантом.

**Химический состав мяса и длиннейшей мышцы спины.** Белковый качественный показатель мяса бычков нового типа был выше, чем у сверстников базового варианта на 5,7%;  $P < 0,05$ . У бычков нового типа вследствие меньшего содержания жира, калорийность 1 кг мякоти была ниже, чем у сверстников базового варианта на 6,17%, это указывает, что животные нового типа «Айта» несколько позднеспелые, чем сверстники базового варианта.

**Гистологические исследования.** Сравнительный анализ морфометрических показателей выявил, что у особей типа «Айта» средняя толщина (диаметр) мышечных волокон длиннейшей мышцы спины был на 3,9 мкм (14,3%,  $P < 0,05$ ) меньше, чем у аналогов (таблица 4).

Таблица 4 – Морфометрические показатели, % ( $\bar{X} \pm S\bar{x}$ )

Показатель	Диаметр волокон, мкм				В среднем
	До 20	21-30	31-40	40 и более	
	Длиннейшая мышца спины				
Тип «Айта»	17,6±1,3*	62,0±4,0	14,7±2,1*	7,2±1,2	23,9±1,2*
Базовый вариант	11,3±1,3	60,0±4,0	20,0±1,8	8,3±0,8	27,8±1,1
	Двуглавая мышца бедра				
Тип «Айта»	12,0±1,1*	60,0±4,0	17,7±2,0*	10,8±1,0	25,8±1,4*
Базовый вариант	9,3±1,0	54,0±4,0	25,0±2,1	11,7±1,3	29,6±2,1

\*- различия значимы при  $P < 0,05$

Морфометрический анализ показал, что у бычков типа «Айта» средняя толщина мышечных волокон двуглавой мышцы бедра была меньше на 3,8 мкм (12,84%). По толщине эндомизия превосходство у бычков типа «Айта» было только в длиннейшей мышце спины. В составе эндомизия исследованных мышц (без учета сосудов) преобладали клеточные элементы фибробластического дифферона, а с учетом сосудов – эндотелиоциты (таблица 5).

В гистологических срезах, полученных от животных типа «Айта» в более крупных прослойках соединительной ткани (перимизий, эпимизий) в мышцах наблюдалось незначительное возрастание доли жировых клеток по сравнению с аналогичными структурами в образцах у сверстников базового варианта.

Таблица 5 – Толщина эндомизия (мкм) и объем ядер мышечных волокон, мкм<sup>2</sup> ( $\bar{X} \pm S\bar{x}$ )

Показатель	Название мышцы			
	тип «Айта»		базовый вариант	
	длиннейшая мышца спины	двуглавая мышца бедра	длиннейшая мышца спины	двуглавая мышца бедра
Толщина эндомизия, мкм	7,6±0,7*	6,7±0,8	6,0±0,7	5,2±0,7
Объем ядер мышечных волокон, мкм <sup>2</sup>	125,0±7,0	118,0±7,0	127,0±7,0	121,0±7,0

\*- различия значимы при  $P < 0,05$

У особей типа «Айта» доля рыхлой соединительной ткани (включая кровеносные сосуды) в длиннейшей мышце спины и двуглавой мышце бедра составила 17,9 и 21,7% соответственно. Аналогичный показатель в мышцах у животных базового варианта был равен 15,2 и 18,0%, соответственно.

**Экономическая эффективность выращивания животных.** В группе животных типа «Айта» получен больший на 6,1% прирост в сравнении с базовым вариантом. Фактические производственные затраты составили 21141,06 и 20662,7 рублей соответственно. При этом себестоимость прироста живой составила 59,37 рублей/кг у животных нового типа, что на 4,83 рубля оказалось ниже в сравнении с базовым вариантом. Это привело к росту общей прибыли от использования скота нового типа до 7776 рублей за голову против 6429 рублей в группе сравнения. Уровень рентабельности составил 37,6 и 30,4%, соответственно.

### **3.4 Влияние полиморфизма гена CAPN1 на развитие признака нежности мяса в процессе его созревания по морфофункциональным характеристикам тканей.**

**Распределение аллелей гена CAPN1 в популяции подопытных животных.** В популяции животных калмыцкой породы нового типа выявлено 41,8 % особей с генотипом GG, 34,8% с генотипом GC и 23,4% животных с генотипом CC. Оценка частоты встречаемости аллелей показала, что в популяции аллель G имеет наибольшее распространение (0,59), чем аллель C (0,41) при этом  $\chi^2$  составил 0,216.

При проведении оценки ожидаемой гетерозиготности ( $N_{\text{ожид.}}$ ) по частотам аллелей, установлено, что ожидаемая гетерозиготность по изучаемым локусам составила  $0,49 \pm 0,040$ . При этом смещение фактической гетерозиготности по сравнению с ожидаемой составило 0,347 ( $P < 0,001$ ).

#### **Мясная продуктивность молодняка разных генотипов.**

**Результаты контрольного убоя.** Для изучения мясной продуктивности подопытных животных, в возрасте 14 месяцев был проведен контрольный убой. В ходе убоя было установлено, что предубойная живая масса животных с генотипом CC оказалась наибольшей – 399,7 кг, что на 5,7% ( $P < 0,05$ ) выше, по сравнению со сверстниками с генотипом GG, на 3,3%, в сравнении с гетерозиготами. Аналогичные различия между сравниваемыми группами по выходу туши составляли 0,5 и 0,11%, соответственно.

Мясо животных генотипов CC и CG характеризовалось наибольшим содержанием протеина 20,1-20,3%. В то время как содержание протеина в мясе животных генотипа GG составляло 19,1%. В тоже мясо животных с генотипом GG оказалось с наибольшим содержанием жира – 11,8%. Это на 1,6-2,3% оказалось больше чем в мясе аналогов.

Оценка образцов длиннейшей мышцы спины по содержанию протеина так же не выявила достоверных различий, при несколько большем на 0,4-0,41 % содержании протеина в образцах CC и CG.

При оценке физико-химических и технологических свойств длиннейшей мышцы спины подопытных животных установлено, что pH во всех группах оказалось одинаковым 5,65-5,72. Влагоемкость мяса животных сравниваемых групп различалось не достоверно. Величина цветности выраженная в единицах экстинции оказалась наибольшей у мяса животных с генотипом CC и CG 250-255, что на 7,5-9,7% превышало аналогичный показатель в группе сравнения.

**Характеристика биологической полноценности мяса бычков разных генотипов.** Биологической особенностью животных с генотипами СС и СГ являлось большее содержание валина в мышечной ткани в сравнении с гетерозиготами. Так в образцах длиннейшей мышцы различия по уровню этой аминокислоты составили 13,3% ( $P < 0,01$ ) и 11,4 % ( $P < 0,05$ ) соответственно. Наряду с этим в образцах длиннейшей мышцы животных с генотипом СГ оказалось большее содержание аминокислоты фенилаланин в сравнении с генотипом СС на 14,7 % ( $P < 0,05$ ). Однако анализ полученных данных показал, что по сумме незаменимых аминокислот в мышечной ткани бычков сравниваемых генотипов различия были минимальными, от 1,4 до 2,2 % и оказались статистически недостоверными.

Сравнивая показатели, биологической полноценности мышечного белка, можно предположить, что этот показатель находится в определенной связи с полиморфизмом гена CAPN1.

**Физико-химические показатели мяса бычков разных генотипов при созревании.** Как следует из полученных результатов на 4-е сутки созревания мясо животных I группы (генотип GG) характеризовалось влагоёмкостью 55,0%, в период от 4 до 11 суток этот показатель повысился на 3,1%. Во II группе (генотип СС) на 4-е сутки созревания влагоудерживающая способность мышц составила 55,6% и в III группе (генотип СГ) – 54,6%. Мясо животных этих групп в период созревания от 4 до 11 суток характеризовалось снижением влагоёмкости на 2,5 ( $P < 0,05$ ) и 0,5%. В то время как при созревании мяса в период от 4 до 18 суток во всех группах этот показатель увеличился на 5,3; 7,9 и 8,5%, соответственно. Одновременно с этим были установлены и межгрупповые различия во влагоудерживающей способности образцов мяса. Было отмечено увеличение влагоёмкости у молодняка с генотипом GG. Вероятно, это можно объяснить большим содержанием внутримышечного жира. В период созревания от 4 до 11 сут повышение влагоёмкости у бычков I группы составило 3,1%, у их сверстников с генотипом на СГ - 2,5% ( $P < 0,05$ ) и СС - 0,5%.

В образцах, полученных от бычков I группы показатель цветности к 4-суточному созреванию составил  $232,5 \pm 10,61$  ед. За период от 4 до 11 суток снижение интенсивности окраски составляло 15,05% ( $P < 0,05$ ), во II группе показатель экстинции к сроку созревания 4 сут составил  $255,00 \pm 21,21$  ед., а в период от 4 до 11 сут. снизился на 28,11% ( $P < 0,05$ ) и в III группе – к 4 сут. Созревания -  $250,0 \pm 6,12$  ед. и от 4 до 11 сут. - 25,07% ( $P < 0,001$ ). Увеличение срока созревания до 18 суток сопровождалось снижением экстинции в I группе на 36,6 % ( $P < 0,01$ ), во II – на 35,4% ( $P < 0,01$ ), III – на 33,6% ( $P < 0,001$ ).

**Биологическая ценность мяса бычков разных генотипов при созревании.** Содержание незаменимых аминокислот в период созревания мяса изменилось, на 1,0-1,3%.

В то же время уровень отдельных незаменимых аминокислот в образцах, полученных от бычков разных генотипов изменялся в зависимости от срока созревания мяса. Так, в опытных образцах I и II групп различия по содержанию валина, по мере созревания мяса, изменялись с 13,2 % - после убоя, до 14,9% - после 11 и 14,5% - 18 суток созревания. Подобная картина наблюдается и с аминокислотой фенилаланин.

Анализ данных по аминокислотному составу мышечной ткани, полученной от бычков разных генотипов в возрасте 15 мес, показал, что в процессе созревания происходит накопление аминокислоты треонин, от  $869 \pm 21,9$  при убое до  $972,5 \pm 18,0$  мг/100 г мышечной ткани на 11 сут. созревания. То есть в этот период уровень аминокислоты треонин увеличился на 10,6%. К 18 сут. Содержание треонина несколько снизилось и составило  $937 \pm 21,9$  мг/100 г мышечной ткани.

Сравнительный межгрупповой анализ аминокислотного состава мышечной

ткани, свидетельствует о том, что в целом по сумме незаменимых аминокислот II группа занимала лидирующее положение – к 4 сут. созревания этот показатель составил  $6941 \pm 564,9$  мг/100 г мышечной ткани, к 11 сут. -  $6926 \pm 569,5$  мг/100 г и к 18 сут. -  $6931 \pm 598,1$  мг/100 г, при этом при 4-суточном созревании различия в данном показателе составляют по сравнению с I группой – 155 мг/100 г, а с III группой – 254 мг/100 г мышечной ткани. Различия между показателями, полученными в I и III группах составили 99 мг/100 г в пользу I группы. При созревании образцов от 4 до 11 сут. Между II и I группами различия составили 69 мг/100 г; между II и III группами – 94 мг/100 г в пользу II группы. Разность содержания суммы незаменимых аминокислот между I и III группами оказалась минимальной - 25 мг/100 г мышечной ткани.

В заключительном периоде созревания образцов, на 18 сутки в образцах длиннейшей мышцы, полученных от бычков II группы содержалось  $6931 \pm 598,1$  мг/100 г мышечной ткани незаменимых аминокислот, что на 187 мг/100 г больше, чем в I группе и на 257 мг/100 г, чем в III группе.

Динамика содержания заменимых аминокислот, в процессе созревания образцов мяса, показала существенные изменения в сторону повышения. Так, если в начале созревания сумма заменимых аминокислот составляла  $6859 \pm 430,5$  мг/100 г, то к 11 суткам этот показатель увеличился на 169,6 мг/100 г (6,7%) и составил  $7028,6 \pm 451,3$  мг/100 г. Однако к концу созревания - 18 суткам их концентрация понизилась на 276,3 мг/100 г (3,8%) и составила  $6752,3 \pm 445,9$  мг/100 г.

Анализ полученных данных позволил нам условно разделить заменимые аминокислоты на две группы. В одну группу мы отнесли заменимые аминокислоты, количество которых накапливается в процессе созревания образцов мяса. Это такие аминокислоты как аланин, аргинин, оксипролин, пролин и серин. Так, содержание аланина при созревании от 4 до 11 сут. увеличивается с  $1369 \pm 32,6$  мг/100 г до  $1416 \pm 73,7$  мг/100 г (47 мг/100 г, 3,32%), и к 18 суткам созревания незначительно снижается на 1,8% (26 мг/100 г).

Содержание аргинина при созревании от 4 сут. до 11 сут. увеличивается с  $1353 \pm 23,1$  мг/100 г на 74 мг/100 г 5,1%, но к 18 суткам снижается на 2,05% (28 мг/100 г).

Аналогично выше приведённым данным, происходит накопление заменимой аминокислоты оксипролин в процессе созревания с  $61,8 \pm 0,81$  мг/100 г мышечной ткани в начале созревания до  $66,2 \pm 0,53$  мг/100 г мышечной ткани к 11 суточному периоду и некоторое понижение – на 1,7 мг/100 г (2,57%).

Аналогичные данные были получены по аминокислотам пролин и серин. Характерным признаком таких заменимых аминокислот как гистидин, глицин, цистин и тирозин было то, что в процессе созревания их количество уменьшалось. Так, содержание аминокислоты гистидин в образцах мышц на 4 сут. созревания составило  $712 \pm 22,7$  мг/100 г, к 11 сут. -  $697 \pm 23,7$  и к 18 сут. -  $671 \pm 16,4$  мг/100 г, понижение от начала созревания составило 2,11% и 3,73%. Содержание аминокислоты глицин в начале созревания составило  $876 \pm 20,8$  мг/100 г, а к 11 сут. снизилось на 14 мг/100 г (1,6%). Уровень глицина к заключительному периоду созревания в 18 сут. был минимальным  $809 \pm 20,4$  мг/100 г, что на 69 мг/100 г мышечной ткани, (7,65%) ниже по сравнению с началом созревания.

Выявлено максимальное уменьшение заменимой аминокислоты цистин, по сравнению с другими аминокислотами. Если в начале созревания содержание этой аминокислоты составило  $283 \pm 16,3$  мг/100 г мышечной ткани то к периоду 11 сут этот показатель составил  $250,7 \pm 14,8$  мг/100 г, то есть снизился на 32,3 мг/100 г, (11,41%). К заключительному сроку созревания 18 сут содержание цистина составило  $218 \pm 12,6$  мг/100

г, или его уровень понизился по сравнению с началом созревания на 65 мг/100 г (22,97%).

Начальная концентрация тирозина составила  $634 \pm 22,9$  мг/100 г мышечной ткани, к 11 сут созревания образцов этот показатель был равен  $622 \pm 27,5$  мг/100 г мышечной ткани, а к 18 суткам -  $602 \pm 26,3$  мг/100 г мышечной ткани, то есть понизился на 12 и 32 мг/100 г мышечной ткани (1,9 и 5,05%) соответственно к началу созревания образцов мышечной ткани.

Рассматривая содержание заменимых аминокислот в сравнительном межгрупповом аспекте, можно констатировать тот факт, что бычки I группы занимали лидирующее место по суммарному их содержанию. Так, в начальный период созревания этот показатель составил  $7012 \pm 456,4$  мг/100 г мышечной ткани, что на 46 мг/100 г (0,65%) и на 364 мг/100 г (5,4%) выше, по сравнению с II и III группами соответственно. При продолжении эксперимента, тенденция, выявленная в начале созревания образцов мяса, сохранилась. Было установлено, что к 11 сут. сумма заменимых аминокислот в образцах I группы составляла  $7198 \pm 469,8$  мг/100 г мышечной ткани, что выше на 208 мг/100 г (2,9%), чем в образцах мышечной ткани II группы и на 244 мг/100 г (3,39%), чем в III группе. К концу периода созревания суммарное количество заменимых аминокислот в I группе составило  $6929 \pm 469,3$  мг/100 г мышечной ткани, что на 147,8 мг/100 г мышечной ткани (2,13%) выше, чем во II группе и на 323,6 мг/100 г мышечной ткани (4,9%), чем в III группе.

Анализируя общее количество аминокислот (незаменимые + заменимые), можно сказать, что к 18-суточному периоду их накопление было максимальным -  $22101 \pm 128,0$  мг/100 г мышечной ткани. По сравнению с начальным периодом созревания различия составили 787 мг/100 г мышечной ткани (3,6%), и с промежуточным периодом - 57 мг/100 г мышечной ткани (0,26%).

Исследованиями установлено, что при межгрупповом сравнении суммарного количества аминокислот в образцах мышечной ткани, полученных от бычков разных генотипов по гену CAPN1 некоторое преимущество отмечается в начальном и промежуточном периоде созревания в III группе, а в заключительном периоде – во II группе. Так в начале созревания этот показатель в III группе составил  $21357 \pm 45,0$  мг/100 г мышечной ткани, что было практически одинаковым показателем с II группой. Различия составили лишь 10,0 мг/100 г (0,05%), а с I группой – 157 мг/100 г мышечной ткани (0,73%). При продолжении созревания образцов мышечной ткани до 11 сут. эта тенденция сохранилась и составила в III группе  $22237 \pm 227,0$  мг/100 г мышечной ткани, что больше на 277 мг/100 г мышечной ткани (1,24%) по сравнению с II группой и на 357 мг/100 г мышечной ткани (1,60%) - I группой.

Заключительный период созревания образцов мяса характеризовался преимуществом II группы -  $22173 \pm 353$  мг/100 г мышечной ткани, что на 103,0 мг/100 г мышечной ткани (0,46%) и на 133 мг/100 г мышечной ткани (0,6%) выше, по сравнению с III и I группами.

Можно предположить, что в процессе послеубойного созревания мяса при равных условиях образцы, полученные от разных генотипов, претерпевают неодинаковую степень трансформации.

Питательная, энергетическая и в целом биологическая ценность белков в мясоговядине напрямую зависит от содержания и соотношения аминокислот. Минимальное содержание всех аминокислот, и в первую очередь – незаменимых, либо смещенное их соотношение приводит к тому, что резко снижается биологическая ценность белка в мясе, и, как следствие, существенно уменьшается ценность мяса как пищевого продукта. Поэтому оценка сбалансированности аминокислот является актуальным вопросом.

Существует эталон белка, который опубликован в 1973 году (в 1983 г. внесены

поправки и уточнения) в докладе Продовольственной, сельскохозяйственная организации ООН (ФАО) и Всемирной организации здравоохранения приведён полный перечень параметров и содержание каждой аминокислоты в идеальном белке животного происхождения. Так, эталонные значения по основным незаменимым аминокислотам следующие: валин – 50,0 мг в 1 г белка мышечной ткани, лейцин-изолейцин – 70,0 мг/г, лизин – 55,0 мг/г, метионин – 35,0 мг/г, треонин – 40,0 мг/г, триптофан – 10,0 мг/г, фенилаланин – 60,0 мг/г мышечной ткани.

Сравнивая данные эталонных значений с полученными в ходе наших исследований, можно отметить, что в среднем, наблюдался несколько пониженный уровень валина от 15,3 мг/г при сроке созревания 4 сут. до 18,1 мг/г при сроке созревания 18 сут., метионина от 10,4 мг/г при сроке созревания 4 сут. до 12,8 мг/г при сроке созревания 18 сут., и фенилаланина от 22,0 мг/г при сроке созревания 4 сут. до 24,9 мг/г при сроке созревания 18 сут. Однако, по остальным незаменимым аминокислотам установлено повышенное содержание в 1 г белка мышечной ткани с колебаниями, вызванными этапами созревания. Так, установлено, что суммарное содержание лейцина и изолейцина превышало эталонное значение при 4-суточном созревании образцов мяса на 15,1 мг/г (15,1%), а при 11-суточном сроке созревания – 13,7 (16,4%), и к 18 – 12,7 мг/г (14,7%). Содержание лизина превышало эталонное значение при 4-суточном созревании образцов мяса на 26,0 мг/г (32,1%), при 11-суточном сроке созревания – 21,7 мг/г (28,3%), и 18 сут. – 24,9 мг/г (31,2%). Содержание треонина превышало эталонное значение при 4-суточном созревании образцов мяса на 0,7 мг/г (1,7%), при 11-суточном сроке созревания – 3,7 мг/г (8,5%), и 18 сут. – 2,3 мг/г (5,4%), то есть практически соответствовало эталону. Соответственно содержание триптофана превышало эталонное значение при 4-суточном созревании образцов мяса на 5,1 мг/г (33,8%), при 11-суточном сроке созревания – 2,3 мг/г (18,7%), и 18 сут. – 3,5 мг/г (25,9%).

При этом отмечались и межгрупповые различия. При этом в образцах мяса при 4 суточном созревании содержание аминокислоты валин отмечается в образцах при 4-суточном созревании. С увеличением срока созревания наблюдается интенсивная трансформация этой аминокислоты и её уровень снижается на 5,2%. При этом в I группе расход валина происходит интенсивнее на 13,3%, в то время, как во II и III группах – 4,2 и 5,2% соответственно.

Рассматривая межгрупповую динамику содержания аминокислоты фенилаланин, следует отметить, что к 11-суточному периоду созревания, во II группе его уровень понизился на 6,1%, а в III группе – на 20,3% относительно начала созревания, а в заключительный период – соответственно на 8,5% и 24,3% относительно срока начала созревания образцов мышечной ткани. При этом во II группе содержание этой аминокислоты максимальное, по сравнению с I и III группой.

Динамика изменения содержания в 1 г белка аминокислоты метионин к промежуточному этапу созревания заключалась в снижении в I и III группах на 2,8%, а во II группе – на 4,0% по сравнению с начальным периодом созревания. В заключительном периоде – 18 сут. были получены аналогичные данные, при этом следует отметить, что наибольшее содержание данной аминокислоты отмечается во II III группах в начальный период созревания образцов.

Межгрупповые различия по аминокислотам, уровень которых превышает эталонные значения заключаются в снижении их содержания по мере увеличения срока созревния образцов мышечной ткани. Так, уровень лейцина к 11 суточному сроку созревания понизился во II группе на 0,3%, в I группе – на 0,7% и в III группе – на 1,2%. На заключительном этапе уровень аминокислоты лейцин минимальным был во II группе – на 1,2% и в I группе на 0,8% меньше, по сравнению с III группой.

На начальной стадии созревания образцов мышечной ткани содержание аминокислоты лизин было одинаковым во всех группах, однако с течением времени, уровень его содержания меняется в разных группах. Так, в промежуточный период во II группе и III группе его уровень понизился на 5,8 и 5,3%, тогда как в I группе, наоборот, незначительно повысился – на 1,2%. В заключительный период созревания образцов мышечной ткани отмечается стабилизация содержания этой аминокислоты на уровне 0,6-0,3% по отношению к начальному периоду.

На начальном этапе созревания содержание аминокислоты тереонин, не имело межгрупповых различий во II и III группе, и на 3,09% превосходило показатели I группы. При этом, увеличение содержания треонина происходит на промежуточном этапе созревания в I группе на 5,3%, во II группе – на 7,2% и в III группе – на 3,89%. В заключительном периоде созревания образцов происходит некоторое понижения содержания треонина, однако общая динамика межгрупповых различий сохранилась.

Содержание аминокислоты триптофан на начальном этапе созревания составляло во всех трёх группах 15,1 мг/г белка мышечной ткани, однако на промежуточном этапе содержание этой незаменимой аминокислоты максимальным было в I группе, а минимальным - в III группе. При этом межгрупповая разность составила 2,1 мг/г белка (14,6%). В заключительный период созревания уровень триптофана имел незначительные межгрупповые различия на уровне 3,6-5,0%.

Проводя расчёт аминокислотного сора, определяющего биологическую ценность белка мяса, были определены лимитирующие аминокислоты – фенилаланин, валин и метионин. Дальнейший анализ показал, что с увеличением срока созревания содержание незаменимых аминокислот в мышечной ткани уменьшается. При этом во II группе получены наиболее лучшие показатели, позволяющие предположить, что более сбалансированными за все периоды созревания можно считать такие аминокислоты как лейцин-изолейцин, лизин, треонин и триптофан. Наиболее сбалансированными по этому показателю можно считать образцы мышечной ткани, полученные от II и III групп (таблица 6).

Таблица 6 - Аминокислотный скор мышечной ткани, %

Генотип	Аминокислота						
	валин	лейцин-изолейцин	лизин	метионин	треонин	триптофан	фенилаланин
4 сут. созревания длиннейшей мышцы							
GG	64,00	125,00	150,00	70,00	101,25	161,00	61,67
CG	72,00	120,00	147,27	70,57	105,00	151,00	70,50
CC	70,60	121,00	145,45	70,29	99,25	145,00	57,17
В среднем	69,40	121,57	147,27	70,29	101,75	151,00	63,33
11 сут. созревания длиннейшей мышцы							
GG	60,00	120,71	149,09	68,57	107,50	144,00	59,17
CG	68,60	119,57	138,73	67,71	113,25	132,00	66,17
CC	66,60	118,57	139,45	68,57	109,25	123,00	56,17
В среднем	65,80	119,43	141,64	68,29	110,25	132,00	60,67
18 сут. созревания длиннейшей мышцы							
GG	58,00	117,14	150,00	64,29	103,75	140,00	57,50
CG	66,00	116,71	147,27	62,86	107,50	133,00	64,50
CC	65,40	118,14	140,00	63,71	105,75	135,00	53,33
В среднем	63,80	117,29	145,27	63,43	106,00	135,00	58,50

Образцы мяса, полученные от животных с генотипом CC характеризовались меньшим усилием при разрезании в сравнении с мясом от животных с генотипов GG,



после 4 суток созревания на 28,3%, после 11 суток на 28,0% , 18 на 6,7%. Аналогичная разница с образцами мяса от гетерозигот составила 21,8; 28,0 и 6,7%, соответственно.

В ходе исследований показано достоверное влияние генотипа на показатели нежности мяса при созревании 57,7 - 68,8% ( $P < 0,05$ ) (таблица 7).

Таблица 7 - Влияние генотипа на структурно-механические свойства длиннейшей мышцы спины в процессе созревания

	Срок созревания, сут.	Показатель силы влияния				
		$\eta^2_x$	$\eta^2_z$	$\eta^2_y$	$F_x$	$P_x$
Физико-механические показатели нежности мяса	4	0,450	0,550	1,00	2,48	$P < 0,95$
	11	0,688	0,312	1,00	6,62	$P < 0,05$
	18	0,219	0,781	1,00	0,84	$P < 0,95$

Критерий Фишера при  $v_1 = \text{к-во градаций} - 1 = 3 - 1 = 2$ ;  $v_2 = N - v_1 = 8 - 2 = 6$ :  
 27,0 -  $P < 0,001$ ; 10,9 -  $P < 0,01$ ; 5,1 -  $P < 0,05$

**3.5 Молекулярно-генетическая оценка полученного биологического материала, формирование генетических библиотек, обеспечивающих поиск и выявление оцениваемых и вновь выявляемых генетических маркеров отдельных признаков скота.** Необходимо отметить, что наше исследование направленное на изучение генетических особенностей российских пород крупного рогатого скота далеко не первое. Ранее по этой тематике были проведены исследования с использованием полиморфизмов митохондриальной ДНК (Kantanen J, et al. 2009), одиночных белок-кодирующих генов (Sulimova GE, et al. 2007) и множественных микросателлитных локусов (Kantanen J, et al. 2009; Gorelov PV, et al. 2011; Felius M, et al. 2014; Kiseleva TИ, et al. 2014). Само понимание генетического разнообразия и структуры пород скота необходимо для их генетического совершенствования и разработки эффективных программ их сохранения (Groeneveld LF et al. 2010; Bruford MW, et al. 2015).

Одной из значимых в этом отношении работ является исследование А. А. Sermyagin, et al. (2018) в ходе которого авторы исследовали генетическое разнообразие и популяционную структуру девяти российских пород крупного рогатого скота, в том числе восьми пород из европейской части России и одной породы, происходящей из Сибири, а также их связь с породами крупного рогатого скота со всего мира на общегеномном уровне с использованием набора из 35 874 полиморфных SNPs от крупного рогатого скота SNP50 K BeadChip (Illumina, Inc., Сан-Диего, США).

Как следует из полученных нами результатов наименьшим значением коэффициента сходства внутри популяции обладали животные симментальской породы ( $BS^1 = 0,47$ ). Значения данного показателя для оцениваемой популяции калмыцкого скота составили - 0,50; казахской белоголовой - 0,60; герефордской – 0,64. Наиболее удаленными друг от друга оказались симментальская и казахская белоголовая ( $D=0,105$ ). Генетически самыми близкими оказались герефордская и казахская белоголовая породы ( $D=0,02$ ). Герефордская порода имеет наименьшую гетерозиготность ( $H^1=0,45$ ), а наибольшей гетерозиготностью обладали породы калмыцкая ( $H^1=0,62$ ) и симментальская ( $H^1=0,61$ ). Это в целом соответствует ранее сделанным выводам А. А. Sermyagin, et al. (2018) о наиболее высокой генетической изменчивости у калмыцкой крупного рогатого породы ( $H_E = 0,355-0,360$ ;  $A_R = 1,949-1,959$ ).

Таблица 8 - Гетерозиготность в популяциях отдельных пород мясного скота Оренбургской области, рассчитанные методом ДНК-фингерпринтинга с зондом (ГТГ)5 и программой Gelstats

Породы КРС	Число локусов	Число аллелей на локус	Число полиморф. локусов	H <sup>1</sup>	H <sup>2</sup>	H <sup>3</sup>
Симментальская	10,48	4,39	0,90	0,61	0,70	0,66
Калмыцкая	12,42	4,03	1,00	0,62	0,72	0,67
Герефордская	13,25	2,87	0,77	0,45	0,52	0,49
Казахская белоголовая	12,75	3,45	0,92	0,52	0,61	0,57

H<sup>1</sup> – средняя гетерозиготность по Stephens

H<sup>2</sup> – скорректированное значение средней гетерозиготности по Stephens

H<sup>3</sup> - средняя гетерозиготность по Jin L.& Chakraborty.

Как следует из наших исследований значения гетерозиготности в симментальской и калмыцкой породах не отличались, так как разница была не достоверной ( $p=0,45$ ). Различия оказались достоверными по уровню гетерозиготности между симментальской и герефордскими породами ( $p=0,002$ ); симментальской и казахской белоголовой ( $p=0,004$ ); калмыцкой и герефордской ( $p=0,0003$ ); калмыцкой и казахской белоголовой ( $p=0,004$ ); герефордской и казахской белоголовой ( $p=0,02$ ). Анализ фильтра позволил найти фрагменты ДНК, частота которых значительно варьирует у разных пород. Были выявлены маркерные и мономорфные фрагменты. Так, фрагмент №17 является мономорфным у симментальской и герефордской породах. Фрагмент № 43 встречается почти у всех особей казахской белоголовой ( $p=0,91$ ) и отсутствует у симментальской породы ( $p=0$ ). Таким образом, этот фрагмент является маркерным для казахской белоголовой породы. Фрагмент №52 встречается у симментальской породы с частотой 0,82, а у казахской белоголовой он отсутствует, т.е. является маркерным для симментальской породы.

Рассчитанные данные по генетическим расстояниям между популяциями отдельных пород крупного рогатого скота позволили построить филогенетическое древо, наглядно показывающее близость или удаленность отдельных пород друг от друга. Дендрограмму строили на основе алгоритма UPGMA с отображением генетической дистанции в Эвклидовых единицах. Анализ дендрограммы показывает, что породы можно разделить на два кластера: симментальская/калмыцкая и герефордская/казахская белоголовая. Наиболее близкими оказались герефордская и казахская белоголовая породы ( $D=0,020$ ). Несмотря на то, что симментальская и калмыцкая породы сформировали один кластер, генетически они относительно удаленные друг от друга ( $D=0,045$ ). В этой связи необходимо обратиться к результатам исследований А. А. Sermyagin, et al (2018) в которых авторы указывают на то, что калмыцкая порода представляют собой Турано-монгольский генетический ресурс с генетической близостью к монгольской ( $F_{ST} = 3,1\%$ ) и серой украинской породам ( $F_{ST} = 3,3\%$ ), а так же к некоторым Южно-Европейским и Западно-Азиатским породам, что по их мнению соответствует результатам предыдущих исследований (Ivanov MF. 1913; Pellicchia M, et al., 2007; Decker JE, et al. 2014).

Мы в своих исследованиях установили, что наиболее высокой частотой аллеля V гену гормона роста характеризовались животные герефордской породы, а наименьшей – калмыцкой. В популяции крупного рогатого скота калмыцкой породы оказалась

самым низким – 1,17, в то время как в популяции герефордского скота оба аллеля гена гормона роста имеют практически равноценное значение – 1,96.

**Аллельный полиморфизм гена тиреоглобулина у крупного рогатого скота мясных пород.** Частота аллеля С гена тиреоглобулина в герефордской породе составляла 0,95, абердин-ангусской - 0,86, симментальской Брединского мясного типа - 0,78, казахской белоголовой - 0,75, калмыцкой породы - 0,71. Отмечено смещение генного равновесия в калмыцкой породе за счет избытка гомозигот. В других популяциях между теоретически ожидаемыми и фактически распределёнными фенотипами в пределах каждого из трех классов оказалось незначительным.

В целом по всем популяциям выявлено смещение распределения генотипов ( $\chi^2_{\text{факт.}}=18,4$ ,  $P<0,001$ ). При этом наибольший показатель смещения фактического и теоретически ожидаемого значений был у гетерозигот – 59,8%. Гомозиготность по гену тиреотропного гормона в популяциях калмыцкого скота составила 75%, казахского белоголового – 62,5%, герефордского – 89,2%, абердин-ангусского – 78,8%, симментальского – 71,8%. В среднем – 77,0%. Самый высокий показатель гомозиготности оказался в популяции герефордского скота. Маркер TG5 (последовательность тиреоглобулина 5) представляет собой однонуклеотидный полиморфизм (SNP), который связан с мраморностью (Barendse et al., 2004; Barendse, 2005). Анализ числа эффективных аллелей по гену гормона TG5 показал, что с увеличением гомозиготности происходит уменьшение доли эффективных аллелей, а, следовательно, уменьшается и генетическое разнообразие. Так, в популяции крупного рогатого скота абердин-ангусской породы этот показатель оказался самым низким – 1,31, в то время как в популяции герефордского скота оба аллеля гена тиреотропного гормона незначительно различаются (0,15) при этом число эффективных аллелей было наивысшим и составило – 1,96.

Следует отметить, что аналогичные результаты получены и другими исследователями. Так ранее авторы сообщили о низкой частоте этого аллеля у крупного рогатого скота *B. indicus* (от 3 до 10%). В то же время в популяциях скота пород отселекционированных по мраморности говядины, например Wagyu, частота этого признака оказывается значительно выше (Thaller G, et al., 2003; Barendse W, et al., 2004; Casas E, et al., 2005, 2007; Van Eenennaam AL, et al., 2007).

Подобно маркерам кальпаина, оценки генотипической и аллельной частоты для TG5 довольно изменчив среди пород (Van Eenennaam et al., 2007). Так Smith et al. (2009), нашел только три гетерозиготных особей (0,004) в выборке из 380 брахманов крупного рогатого скота по сравнению с данными Nicol DC, Armitage SM, Hetzel DJS and Davis GP (2001) о частоте аллеля в популяции крупного рогатого скота 63% Wagyu.

При определении частоты аллелей и ее влияния на количественные экономические признаки важно знать, какая вариация признака обусловлена генотипами локуса, эффектами аллельного замещения и возможность реализации посредством вспомогательного отбора (Notter DR, 2004; Van Eenennaam et al., 2007).

В ходе исследований нами был проведен сравнительный анализ генетической структуры популяций крупного рогатого скота мясных пород по полиморфным вариантам генов гормонов соматотропина и тиреоглобулина. Установлено, что каждая популяция имела оригинальную структуру, при этом наиболее высокой частотой встречаемости аллеля V соматотропного гормона характеризовались животные герефордской породы, а наименьшей – калмыцкой. В то же время, при анализе распределения частот аллелей тиреотропного гормона установлена обратная зависимость.

Проведенные исследования позволили выявить желательные генотипы в популяциях калмыцкой, казахской белоголовой, герефордской, абердин-ангусской и симментальской пород Брединского мясного типа. По результатам научных исследований сформирована база данных, включающая материалы генетической экспертизы биосубстратов полученных от крупного рогатого скота мясных пород, разводимых в Оренбургской, Курганской, Челябинской областях, Ставропольском крае РФ и в Республике Казахстан.

Отбор животных желательного типа в сочетании с уникальными адаптационными признаками скота казахской белоголовой породы позволил при кроссировании с другими породами сформировать генотипы хорошо приспособленные к резко-континентальному климату. Это в том числе подтверждается структурными особенностями кожно-волосного покрова. В частности, помеси казахского белоголового скота с симментальским мясного типа скотом превосходили аналогов менаджу в возрасте 18 месяцев по толщине ретикулярного слоя кожи на 244,9 мкм или 8,5% ( $P < 0,001$ ), общей толщине на 332,7 мкм или 7,6% ( $P < 0,05$ ). По массе волос с единицы площади бычки казахской белоголовой породы в зимний период превосходили помесных аналогов на 4,4-9,6% ( $P < 0,05$ ), зимой у них количество волоса на 1 см<sup>2</sup> было больше, чем у сверстников на 7-27% ( $P < 0,01$ ).

### 3.7 Сравнительный анализ генетической структуры популяций крупного рогатого скота мясных пород по полиморфным вариантам генов гормонов соматотропина и тиреоглобулина

Полиморфное состояние изучаемых генов в анализируемых популяциях представлено на рисунке 3.

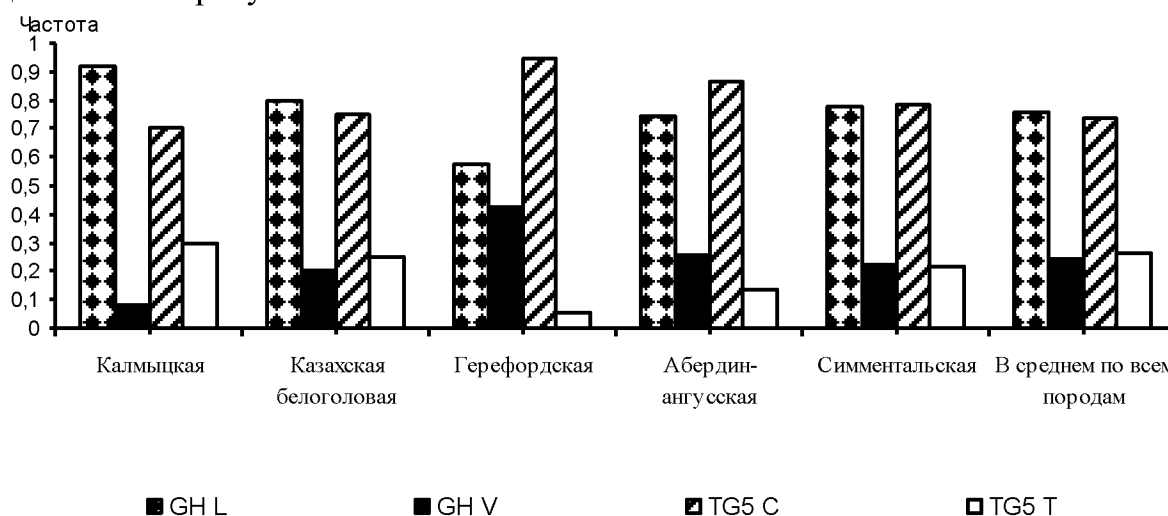


Рисунок 3 - Частота встречаемости аллелей генов гормонов GH и TG5.

Анализ межпопуляционных генетических дистанций, проведенных на основе частот аллелей генов GH и TG5 показал, что наиболее близкими по анализируемым генам оказались животные калмыцкой и абердин-ангусской пород (0,0132), симментальской и абердин-ангусской пород (0,0055) и симментальской и калмыцкой пород (0,0189) (рисунок 4).

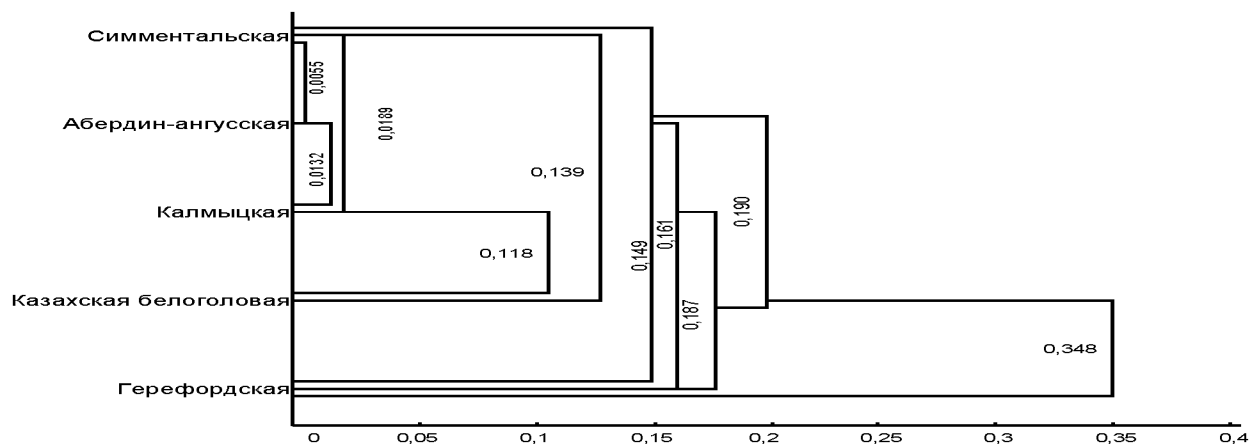


Рисунок 4 - Дендрограмма генетических дистанций между популяциями

В целом в анализируемых популяциях выявлено смещение генного равновесия. Так, по гену GH в популяции абердин-ангусского скота отмечено достоверное генное равновесие ( $\chi^2 = 3,982$ ,  $P < 0,05$ ), что, вероятно обусловлено использованием достаточно продолжительное время спермы ограниченного числа быков-производителей в стаде. В популяции скота калмыцкой породы отмечено смещение генного равновесия ( $P < 0,05$ ) за счет избытка гомозигот и недостатка гетерозигот. В других популяциях совпадение между ожидаемыми и наблюдаемыми фенотипами в пределах каждого из трех классов оказалось довольно большим.

Анализ генного равновесия по гену TG5 показал достоверное смещение распределения генотипов ( $\chi^2_{\text{факт.}} = 18,4$ ,  $P < 0,001$ ). При этом наибольший показатель смещения фактического и теоретически ожидаемого значений был у гетерозигот – 59,8%.

Самый высокий показатель гомозиготности по гену GH оказался в популяции герефордского скота – 45,0%. При этом относительное количество особей с желательным генотипом составило по герефордской породе 50%, абердин-ангусской – 22,22 и симментальской – 4,35%. Соответственно аналогичный показатель по гену гормона TG5 составил по калмыцкой породе – 0,20%, казахской белоголовой – 11,11, герефордской – , абердин-ангусской – 4,00, симментальской – 12,00%. Не выявлено желательных гомозигот GH<sup>VV</sup> в популяциях калмыцкой и казахской белоголовой пород, а по TG5<sup>TT</sup> – в герефордской.

Анализ числа эффективных аллелей показал, что с увеличением гомозиготности происходит уменьшение доли эффективных аллелей, а, следовательно, уменьшается и генетическое разнообразие (рисунок 5).

В популяции калмыцкой породы число эффективных аллелей по гену гормона GH было относительно низким – 1,17, и несколько выше по TG5 – 1,6, в популяции герефордского скота число эффективных аллелей обоих гормонов имеют высокое и практически равноценное значение – 1,96. В популяции скота абердин-ангусской породы число эффективных аллелей по гормону GH составило 1,62, а по TG5 самым низким – 1,308. В популяциях казахского белоголового и симментальского скота значения по генам обоих гормонов занимали промежуточные значения.

При комплексном изучении частот встречаемости ДНК-маркеров установлены существенные различия в распределении числа генотипов среди животных основных мясных пород. Из теоретически возможных 9 групп генотипов были выявлены 7. При этом не были зафиксированы генотипы – GH<sup>VV</sup>/TG5<sup>CT</sup> и GH<sup>VV</sup>/TG5<sup>TT</sup>.

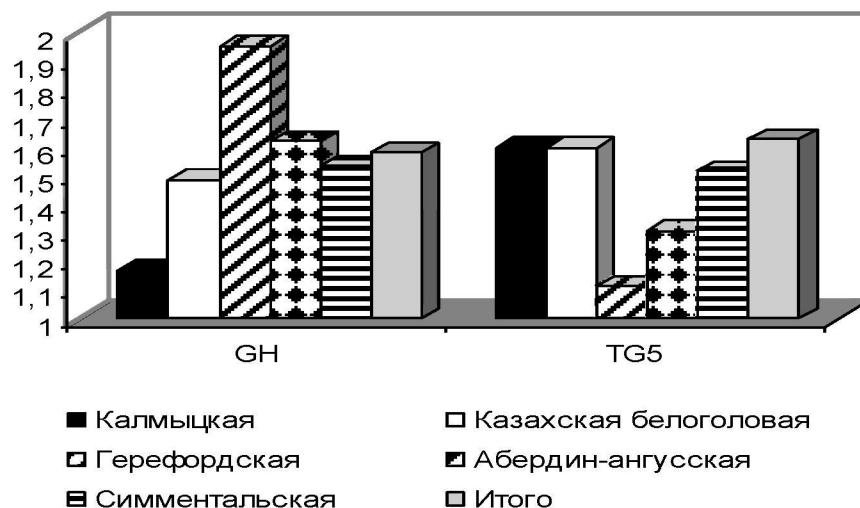


Рисунок 5 - Число эффективных аллелей в популяциях (Na)

Наибольшим разнообразием (6 генотипов) характеризовались популяции абердин-ангусской и симментальской (мясного типа) пород. В калмыцкой, казахской белоголовой и герефордской породах выявлено по 5 генотипов (рисунок 6).

Выявлено 6,7% дигетерозигот по обоим генам во всех популяциях, а также 3% с LV/TT генотипом среди животных абердин-ангусской породы, являющиеся наиболее ценными для селекции. В то же время в герефордской породе не идентифицированы гомозиготы TG5<sup>TT</sup>, что привело к отсутствию комплексных генотипов LL/TT, LV/TT и VV/TT.

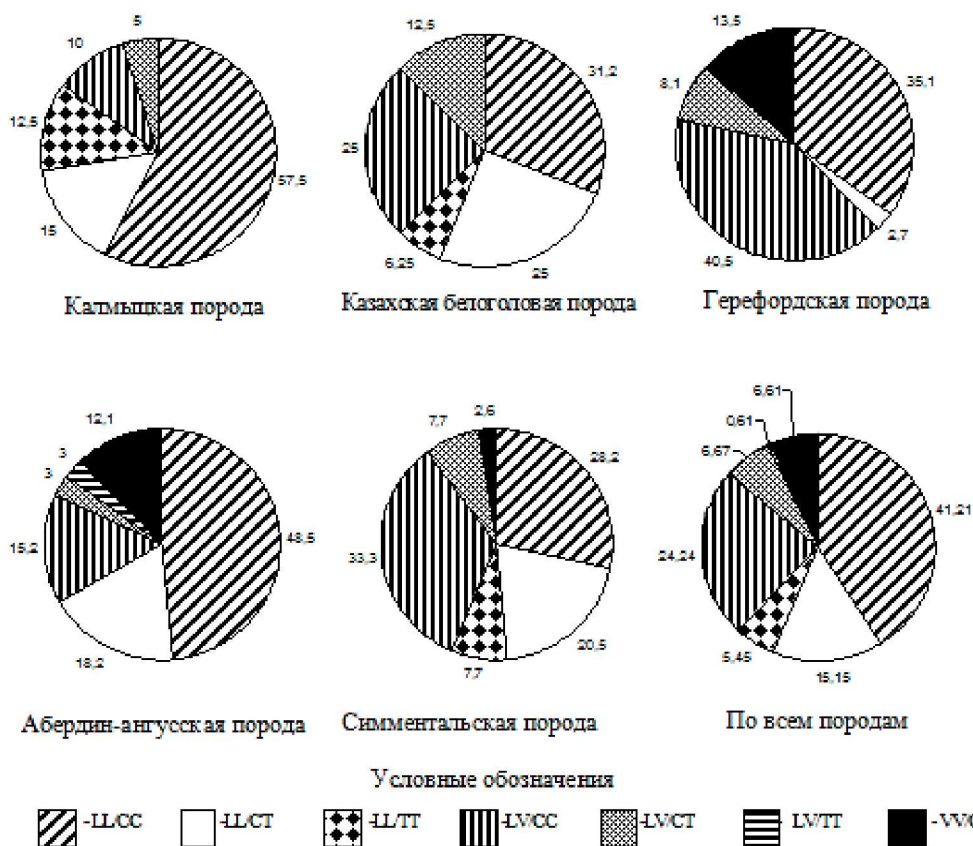


Рисунок 6 - Относительное распределение частот комплексных генотипов по генам соматотропного и тиреотропного гормонов, %

Необходимо отметить, что наличие генетического разнообразия в породах

крупного рогатого скота мясного направления продуктивности позволяет вести направленную селекцию, используя заказные спаривания, выявляя лучших особей, обладающих высоким потенциалом продуктивности.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В зоне сухой степи Южного Урала с использованием племенных ресурсов шортгорнской породы, сформирована популяция крупного рогатого скота мясного типа, представляющая по своим хозяйственно-биологическим особенностям интерес для практической селекции. Животные Каргалинского мясного типа более крупные, по сравнению с аналогами исходной материнской породы. Они имели более длинное туловище, обхват груди, превосходили по высотным и широтным промерам туловища. Коровы Каргалинского мясного типа характеризуются высокими воспроизводительными качествами и молочностью. Бычки Каргалинского мясного типа при интенсивном выращивании превосходили аналогов в 15 месяцев на 25,6 кг или 6,4%, а телки – на 15,3 кг или 4,9%.

2. По параметрам мясной продуктивности бычки Каргалинского типа превосходили аналогов, в том числе по массе парной туши в 15-месячном возрасте на 13,0 кг или 6,6%, в 18 на 25,3 кг или 10,3%, по убойному выходу соответственно на 0,5 и 1,7%. Молодняк Каргалинского типа отличается лучшей оплатой корма приростом живой массы, что определило меньшую себестоимость 1 ц живой массы с ростом по уровню рентабельности на 3-4%.

3. При проведении анализа наличия полиморфизма гена *CAPN1* в популяции Каргалинского мясного типа, установлено, что частота встречаемости животных с генотипом GG составила 50,00%, 32,69% у гетерозигот (GC) и с генотипом CC - 17,31%. Во все возрастные периоды особи с генотипом CC превосходили сверстниц с генотипом GG в 205 сут. – на 12,04 кг (6,88%), в 15 месяцев – на 11,15 кг (3,63%), в 18 на 9,55 кг (2,72%). Превосходство особей с генотипом CC над гетерозиготами соответственно составило 6,96 кг (3,86%), 6,25 кг (2,0%), 6,68 кг (1,94%). Сила влияния генотипа на живую массу коров-матерей в возрасте 205 суток составила 10,34%, в 2 г. – 22,22%, в 3 г. – 9,31% и в 5 лет и старше – 6,84%.

4. Дочери с генотипом *CAPN1C316* при выращивании демонстрируют более высокую интенсивность роста в сравнении с аналогами достигая в 15 месяцев живой массы 349,4 кг, что на 24,9 кг (7,67%) больше по сравнению с аналогами генотипа GG. В группах с генотипами CC и CG различия составили 20,5 кг (6,23%). Влияние генотипа на живую массу телок в 15 месяцев составляет 11,5%, на среднесуточный прирост – 14,6%.

5. Телки с генотипом *CAPN1 CC* отличаются превосходными мясными качествами, что в том числе выражается в превосходстве над аналогами с генотипом GG по убойной массе на 16,69%, по содержанию мякоти в тушах на 16,4%, по нежности мяса установленной органолептически на 2,2 балла (27,5%). По физико-механическим показателям нежности мяса, определенным методом Вернера-Братцлера (в модификации Максакова) образцы от животных с генотипом CC на 27,84% характеризовались меньшей сопротивляемостью при разрезании, по сравнению с образцами, полученными от генотипов GG и на 4,55% - CG. Превосходство генотипа GG достигло 22,28% с увеличением срока созревания до 11 сут.

6. В зоне сухой степи и полупустыни Республики Калмыкия, сформирована популяция крупного рогатого скота калмыцкой породы, представляющая по своим

хозяйственно-биологическим особенностям интерес для практической селекции и утвержденная в качестве селекционного достижения как тип «Айта». Животные типа «Айта» более крупные, по сравнению с аналогами – живая масса быков-производителей составила 560 кг, коров-первотелок – 440 кг, в возрасте 4 г. – 509 кг, у сверстниц – 482 кг. Высота в крестце у быков - 132,6 – см, коров – 129,2 см, Животные всех половозрастных групп отличаются более длинным, широким туловищем. Коровы нового типа «Айта» характеризуются высокими воспроизводительными качествами – выход телят составляет 96 % Молочность первотелок – 192,4 кг. Взаимосвязь между живой массой коров и их молочностью, составила  $r = 0,455$  ( $td = 16,62$ ).

7. В рамках нового типа «Айта» наилучшей внутрелинейной сочетаемостью, как по живой массе, так и по молочности, характеризуются коровы линии Красавчика 17226 с различной степенью инбридинга (от слабого до среднего), они на 23,9 кг (5,07%) превосходили аналогов из линии Монолита 473016 по живой массе и на 2,19 кг (1,12%) по молочности. При анализе сочетаемости кроссов линий установлено, что кросс линий Монолита 473016 и Красавчика 17226 – 446,6 кг по живой массе и Казака 42586 и Красавчика 17226 – 191,1 кг по молочности.

8. При интенсивном выращивании племенные бычки типа «Айта» в возрасте 15 месяцев превосходят сверстников по живой массе на 17,9 кг, параметры стандарта породы на 38,5 кг (11,2%). Масса парной туши бычков базового варианта составила в 15 месяцев 1,796 ц, типа «Айта» 1,914 ц, что выше на 11,8 кг (6,5%). Выход мякоти на 1 кг костей был выше у бычков нового типа на 6,8%. Мясо нового типа имеет тонковолокнистую структуру со средней толщиной (диаметр) мышечных волокон длиннейшей мышцы спины на 3,9 мкм (14,3%), двуглавой мышцы бедра на 3,8 мкм (12,84%) меньше, чем у аналогов

9. Бычки типа «Айта» при выращивании на мясо оказались экономически более выгодными. Реализационная стоимость в 15-месячном возрасте составила 19 тыс. 140 руб., что на 1180 руб. выше аналогов. Преимущество по уровню рентабельности составило 7-8%.

10. Мясо животных с генотипом CAPN1 CC характеризуется относительно большим содержанием аминокислот - валина и серина на 11,4-13,3%; 11,7-15,6% и меньшим глицина на 11,4%, в сравнении с CAPN1 GG. При этом мясо животных носителей признака CAPN1 CC «нежнее» аналогов, что выражается снижением усилия при резанье на 9,1-39,5 % на первые сутки поле убоя и на 20-25 % - после 18 суток хранения при температуре 2 °С в сравнении гомозиготными аналогами по аллелю G.

11. В популяциях калмыцкой, казахской белоголовой, герефордской, абердин-ангусской и симментальской пород Брединского мясного типа племенных заводов и племенных репродукторах Оренбургской, Курганской, Челябинской областях, Ставропольском крае РФ выявлены желательные генотипы с последующим формированием баз данных материалов генетической экспертизы крупного рогатого скота мясных пород. Распределение частот генотипов составило соответственно GHLL – 0,575-0,921, TG5CC – 0,705-0,946. Доля дигетерозигот по обоим генам во всех популяциях составила 6,67%, и 3% с LV/TT генотипом среди животных абердин-ангусской породы, являющиеся наиболее ценными для селекции. В то же время среди анализируемых особей герефордской породы не идентифицированы гомозиготы TG5TT.

12. Анализ межпопуляционных генетических дистанций показал, что наиболее близкими по анализируемым генам оказались животные калмыцкой и абердин-ангусской пород (0,0132), симментальской и абердин-ангусской пород (0,0055) и симментальской и калмыцкой пород (0,0189).



## ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. В условиях сухостепной зоны Южного Урала целесообразность увеличения поголовья скота Каргалинского мясного типа определяется более высокими воспроизводительными качествами и молочностью коров этого типа. Использование молодняка Каргалинского мясного типа для производства говядины в сравнении с исходным типом скота позволяет повысить интенсивность роста животных на 5-7% и сопровождается увеличением уровня рентабельности производства говядины на 3-4%.

2. В зоне сухой степи и полупустыни Республики Калмыкия перспективен к использованию новый тип «Айта», что обусловлено высокими воспроизводительными качествами маточного поголовья, с выходом телят до 96 %; высокой интенсивностью роста молодняка, превосходящего аналогов по живой массе в 15 месячном возрасте на 17-18 кг, по выходу мякоти на 1 кг костей на 6-7%, по уровню рентабельности на 7-8%.

3. При подборе и отборе в мясном скотоводстве необходимо отдавать предпочтение скоту с генотипом CAPN1C316. Животные носители этого признака отличаются повышенной интенсивностью роста, более высокой конверсией сырого протеина корма, превосходят аналогов по содержанию мякоти в тушах на 16,4%; по нежности мяса установленной органолептически на 2,2 балла (27,5%), установленной методом Вернера-Братцлера (в модификации Максакова) на 5-28% в зависимости от сроков созревания до 11 суток.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Тема диссертационного исследования перспективна к дальнейшей разработке в части:

- дальнейшего совершенствования вновь созданных типов крупного рогатого скота с последующим расширением ареала разведения животных на территориях сухой степи и полупустыни;
- выявления генетических маркеров для прогнозирования продуктивных качеств мясного скота с последующей апробацией полученных результатов на практике в различных природоклиматических зонах на поголовье различных породных групп.

### Список основных работ, опубликованных по теме диссертации

#### Патенты на селекционные достижения

1. Амерханов Х.А., Володина В.Г., Давлетьяров М.М., Давлетьяров М.А., Каюмов Ф.Г., Мирошников С.А., Мурсалимов Р.Х., Родионова Г.Б., Сурундаева Л.Г., Третьякова Р.Ф., Ягфаров А.А. «Крупный рогатый скот «Каргалинский мясной». Патент на селекционное достижение № 5648 от 18.01.2010 г.

2. Амерханов Х.А., Баринов В.Э., Каюмов Ф.Г., Легошин Г.П., Маевская Л.А., Манджиев Н.В., Сурундаева Л.Г., Хазикова Т.Б. Тип «Айта» калмыцкой породы. Патент на селекционное достижение № 7679 от 29 января 2015 г.

**Статьи в периодических научных изданиях, рекомендованных ВАК для публикации основных результатов диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук:**

3. Джуламанов К.М., Макаев Ш.А., Дубовскова М.П., Сурундаева Л.Г. Генетическая характеристика основных мясных пород крупного рогатого скота. //Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук, 2010. - № 6. –С. 70-72.
4. Каюмов Ф.Г., Габидулин В.М., Маевская Л.А. Сурундаева Л.Г. Продуктивность калмыцкого скота //Молочное и мясное скотоводство. – 2010. - № 4. – С. 11-13.
5. Тюлебаев С.Д., Кадышева М.Д., Сурундаева Л.Г., Тихонов П.Т. Характеристика стада симментальской породы мясного типа по группам крови. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. Т. 4. № 32-1. С. 321-322.
6. Каюмов Ф.Г., Шаталкин В.К., Володина В.Г., Сурундаева Л.Г. Продуктивные качества Каргалинского мясного типа крупного рогатого скота. //Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. Т.4. №36-1. С. 115-117.
7. Каюмов Ф.Г., Сурундаева Л.Г., Володина В.Г. Создание Каргалинского мясного типа крупного рогатого скота. //Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. - 2012.- № 6 - С.62-64.
8. Косян Д.Б., Русакова Е.А., Кван О.В., Сурундаева Л.Г., Маевская Л.А. Использование метода ПЦР для генотипирования крупного рогатого скота по гену CAPN1 с использованием генетических маркеров. //Вестник Оренбургского государственного университета. 2012. № 6 (142). С. 26-30.
9. Каюмов Ф.Г., Давлетьяров М.М., Сурундаева Л.Г., Шаталкин В.К., Володина В.Г. Продуктивные качества Каргалинского мясного типа крупного рогатого скота //Достижения науки и техники АПК. 2012. № 10. С. 51-53.
10. Сурундаева Л.Г., Косян Д.Б. Функционально-технологические и структурно-механические свойства мяса бычков калмыцкой породы в связи с наличием полиморфизма гена CAPN1. //Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6; URL: [www.science-education.ru/116-1256](http://www.science-education.ru/116-1256) .
11. Сурундаева Л.Г., Косян Д.Б., Русакова Е.А., Кван О.В., Шейда Е.В. Ранняя диагностика аминокислотного состава мяса крупного рогатого скота по носительству мутации гена CAPN1. // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2; URL: [www.science-education.ru/116-12561](http://www.science-education.ru/116-12561).
12. Давлетьяров М.М., Каюмов Ф.Г., Сурундаева Л.Г., Володина В.Г., Чернов О.А. Динамика живой массы и прироста бычков красной степной породы и её помесей с шортгорнами. //Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 3 (47). С. 99-101.
13. Каюмов Ф.Г., Черномырдин В.Н., Маевская Л.А., Сурундаева Л.Г., Польских С.С. Калмыцкая порода скота в племенных хозяйствах России. //Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 5 (49). С. 116-119.
14. Терлецкий В. П., Тыщенко В. И., Сурундаева Л.Г., Адаев Н. Л., Гайрабеков Р. Х, Усенбеков Е. С. Молекулярно-генетический анализ популяционной структуры пород крупного рогатого скота // Молочное и мясное скотоводство 2014. №6, С. 5-7.
15. Сурундаева Л.Г., Маевская Л.А. Анализ ассоциаций разных генотипов молодняка Каргалинского мясного типа крупного рогатого скота по гену гормона кальпаина с мясной продуктивностью. // Вестник мясного скотоводства 2015. Т.4. (92) С. 12-15.
16. Каюмов Ф.Г., Сурундаева Л.Г., Маевская Л.А., Калашников Н.А. Показатели

продуктивности маточного поголовья нового мясного типа калмыцкой породы «Айта» разных генотипов. // Вестник мясного скотоводства 2015. Т.4. (92) С. 74-80.

17. Сурундаева Л.Г. Органолептические и структурно-механические показатели качества охлажденной и варёной говядины у животных разных генотипов. // Вестник мясного скотоводства 2015 Т.4. (92) С. 99-104.

18. Каюмов Ф.Г., Сурундаева Л.Г., Баринов В.Э. Выведение заводского мясного крупного рогатого скота типа "Айта". // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2015. № 5. С. 59-61.

19. Сурундаева Л.Г., Маевская Л.А. Мясная продуктивность молодняка каргалинского мясного типа крупного рогатого скота в зависимости от генотипа по гену CAPN1. // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 4 (92). С. 154.

20. Каюмов Ф.Г., Сурундаева Л.Г., Маевская Л.А. Методы создания нового типа калмыцкого скота «Айта». // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. №1(57) 2016.-С.85-88.

21. Сурундаева Л.Г., Каюмов Ф.Г., Маевская Л.А. Продуктивность маточного поголовья нового мясного типа калмыцкой породы Айта разных генотипов. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 2 (58). С. 94-97.

22. Сурундаева Л.Г. Аллельный полиморфизм гена тиреоглобулина у крупного рогатого скота мясных пород. // Вестник мясного скотоводства 2016 Т. 3 (95) С. 47-52.

23. Сурундаева Л.Г. Сравнительный анализ генетической структуры популяций крупного рогатого скота мясных пород по полиморфным вариантам генов гормонов соматотропина и тиреоглобулина. // Вестник мясного скотоводства 2016 Т.4. (96) С. 21-29.

24. Мирошников С.А., Косян Д.Б., Сурундаева Л.Г., Русакова Е.А. Оценка взаимосвязи полиморфизма гена CAPN1 с гематологическими показателями и характеристикой неспецифического иммунитета крупного рогатого скота. // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 6. С. 258.

25. Сурундаева Л.Г., Косян Д.Б., Сипайлова О.Ю., Маевская Л.А., Сурундаева А.М. Особенности гистоморфологических признаков длиннейшей мышцы спины бычков внутрипородного типа "Айта" калмыцкой породы при наличии мутации по гену CAPN1. // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 4 (100). С. 40-47.

26. Косян Д.Б., Сурундаева Л.Г., Русакова Е.А. Взаимосвязь полиморфизма гена BGN с показателями липидного обмена у крупного рогатого скота герефордской породы. // Животноводство и кормопроизводство. 2019. Т. 102. № 4. С. 79-86.

#### **Статьи в периодических изданиях Scopus**

27. Шевлюк Н.Н., Каюмов Ф.Г., Сурундаева Л.Г., Джуламанов К.М., Тюлебаев С.Д. Сравнительная характеристика скелетных мышц бычков калмыцкой породы крупного рогатого скота. // Морфология. 2016. Т. 149. № 2. С. 32-35.

28. Каюмов Ф.Г., Шевлюк Н.Н., Сурундаева Л.Г., Джуламанов К.М., Тюлебаев С.Д. Морфофункциональная характеристика извитых семенных канальцев семенников крупного рогатого скота. // Морфология. 2016. Т. 149. № 3. С. 100.

#### **Патент Российской Федерации на изобретение**

29. Мирошников С.А., Сурундаева Л.Г., Маевская Л.А., Завьялов О.А., Рогачев Б.Г. Способ определения генетического потенциала молочной продуктивности тёлочек крупного рогатого скота мясных пород. Патент на изобретение RU 2688336 С2, 21.05.2019. Заявка № 2017140152 от 17.11.2017.

#### **Монографии, учебные и методические пособия, книги**

30. Екимов А.Н., Пустотина Г.Ф., Сурундаева Л.Г., Пушкарев Н.Н. Цитологические основы наследственности (Допущено Министерством сельского хозяйства Российской

Федерации в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений по специальностям 310700 «Зоотехния» и 310800 «Ветеринария»). Учебно-методическое пособие. / Издательский центр ОГАУ, Оренбург, 2001. – 126 с.

31. Екимов А.Н., Пустотина Г.Ф., **Сурундаева Л.Г.** Иммуногенетика и биохимический полиморфизм белков (Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторно-практических занятий и индивидуально-самостоятельной работы студентами факультета технологии производства и переработки продукции животноводства и факультета ветеринарной медицины) / Оренбург, Изд. Центр ОГАУ, 2003. - 42 с.

32. Екимов А.Н., Пустотина Г.Ф., **Сурундаева Л.Г.**, Пушкарев Н.Н. Цитологические основы наследственности (Допущено Министерством сельского хозяйства Российской Федерации в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений по специальностям 310700 «Зоотехния» и 310800 «Ветеринария»). // Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2005. 2-е изд. – 128 с.

33. Екимов А.Н., Пустотина Г.Ф., **Сурундаева Л.Г.** Биотехнология трансплантации эмбрионов животных // Учебно-методическое пособие для студентов вузов, обучающихся по зооветеринарным специальностям / А. Н. Екимов, Г. Ф. Пустотина, Л. Г. Сурундаева. Оренбург, 2006. Сер. Учебники и учебные пособия для высших учебных заведений / ФГОУ ВПО "Оренбургский гос. аграрный ун-т". Оренбург. - 98 с.

34. **Сурундаева Л.Г.**, Екимов А.Н., Пустотина Г.Ф. Основы биотехнологии переработки сельскохозяйственной продукции (Допущено Министерством сельского хозяйства Российской Федерации в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений по специальностям 310700 «Зоотехния» и 310800 «Ветеринария»). Учебно-методическое пособие Оренбург: ПБОЮЛ ПМП, 2007. - 230 с.

35. Книга племенных животных герефордской породы / Феклин И.Е., Амерханов Х.А., Мирошников С.А., Моисеев И.В., Мазуровский Л.З., **Сурундаева Л.Г.** / Оренбург. 2010. Т. I. – 318 с.

36. Книга племенного крупного рогатого скота казахской белоголовой породы. Том I / Амерханов Х.А., Соловьев С.А., Мирошников С.А., Каюмов Ф.Г., Хайнацкий В.Ю., **Сурундаева Л.Г.** / Оренбург: ГНУ ВНИИМС Россельхозакадемии, 2011. 346 с.

37. Экспортный потенциал и племенные ресурсы крупного рогатого скота мясного направления продуктивности Оренбургской области / Соловьев С.А., Мирошников С.А., Каюмов Ф.Г., Моисеев И.В., Мазуровский Л.З., Хайнацкий В.Ю., **Сурундаева Л.Г.** / Оренбург: ГНУ ВНИИМС Россельхозакадемии, 2011. 333 с.

38. Книга племенного крупного рогатого скота калмыцкой породы Т. I (XI) / Амерханов Х.А., Ланцанов П.П., Мирошников С.А., Каюмов Ф.Г., Баринов В.Э., **Сурундаева Л.Г.** / Оренбург: ГНУ ВНИИМС Россельхозакадемии. 2012. 468 с.

39. Мясное скотоводство в крестьянско-фермерском хозяйстве / Ворожейкин А.М., Джуламанов К.М., Дускаев Г.К., Куванов Ж.Н., Мазуровский Л.З., Макаев Ш.А., Мирошников А.М., Нотова С.В., Рысаев А.Ф., Сидоров Ю.Н., **Сурундаева Л.Г.** / ВНИИМС, Оренбург. 2012.

40. Книга племенных животных герефордской породы. Том II. / Амерханов Х.А., Мирошников С.А., Феклин И.Е., Дубовскова М.П., Чернов О.А., **Сурундаева Л.Г.** / Оренбург. 2017. Т. II. – 138 с.

41. Книга племенного крупного рогатого скота калмыцкой породы. Том II (XII). / Амерханов Х.А., Каюмов Ф.Г., Мирошников С.А., Болаева Б.К., **Сурундаева Л.Г.** / Оренбург. 2017. Т. II (XII). – 136 с.

## Публикации в материалах конференций и других научных и научно-практических изданиях

42. Салихов А.А., Сурундаева Л.Г., Искандерова А.П. Изменение абсолютной и относительной массы отдельных групп мышц полутуши молодняка казахской белоголовой породы по возрастным периодам в интенсивных условиях выращивания // Вестник мясного скотоводства. 2006. Т. 1. № 59. С. 285-292.

43. Косилов В.И., Швынденков В.А., Сурундаева Л.Г. Этологическая реактивность телок разных генотипов // В сборнике: Управление экономическим ростом в АПК: методология, теория и практика хозяйствования / Международная научно-практическая конференция. 2006. С. 296-301.

44. Пустотина Г.Ф., Сурундаева Л.Г., Аргунеева О.Н. Системный подход к оценке воспроизводительной функции коров. // Вестник Оренбургского государственного университета. 2006. № 10-2 (60). С. 433-439.

45. Сурундаева Л.Г., Зенков П.М., Гайнулин Р.Р. Сравнительная оценка спермопродукции быков-производителей разных генотипов в зависимости от сезона года. // Вестник мясного скотоводства. 2007. Т. 1. № 60. С. 275-278.

46. Швынденков В.А., Жаймышева С.С., Сурундаева Л.Г. Сравнительная оценка мясной продуктивности и качества мяса чистопородных и помесных бычков // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2007. Т. 1. № 13-1. С. 98-103.

47. Салихов А.А., Сурундаева Л.Г. Качество мясной продукции молодняка абердин-ангусской породы в различные возрастные периоды. // Вестник мясного скотоводства. 2008. Т. 1. № 61. С. 274-281.

48. Сляров Д.А., Сурундаева Л.Г. Селекционно-генетическая оценка стада калмыцкой породы ЗАО «Спутник». // Вестник мясного скотоводства. 2010. Т. 2. № 63. С. 67-70.

49. Галочкина Л.П., Сурундаева Л.Г., Новикова Н.В. Характеристика быков-производителей мясных пород ОАО «Оренбургское» по племенной работе // Вестник мясного скотоводства. 2010. Т. 4. № 63. С. 61-67.

50. Андюкаева Л.П., Сурундаева Л.Г. Характеристика быков-производителей основных мясных пород в ОАО «Оренбургское» по племенной работе // В сборнике: Инновации в формировании конкурентоспособного сельскохозяйственного производства // Всероссийский научно-исследовательский институт мясного скотоводства. 2011. С. 15-16.

51. Каюмов Ф., Сурундаева Л. Каргалинский мясной – новый тип крупного рогатого скота на Урале. // Эффективное животноводство. 2012. № 7. С. 24.

52. Сурундаева Л.Г., Маевская Л.А., Косян Д.Б. Использование ДНК-маркеров для выявления полиморфизма гена CAPN1 у скота мясных пород // Вестник мясного скотоводства. 2012. № 4 (78). С. 41-45.

53. Сурундаева Л.Г., Маевская Л.А. Оценка разнообразия генофонда крупного рогатого скота мясных пород и типов // Вестник мясного скотоводства. 2013. № 3 (81). С. 28-34.

54. Каюмов Ф.Г., Джуламанов К.М., Дубовскова М.П., Сурундаева Л.Г., Бозымов К.К., Насамбаев Е.Г., Губашев Н.М., Ахметалиева А.Б., Туменов А.Н. Решение вопроса продовольственной безопасности на основе рационального использования генофондов Казахстана и России // Вестник мясного скотоводства. 2013. № 5 (83). С. 15-20.

55. Мазуровский Л.З., Сурундаева Л.Г., Герасимов Н.П. Особенности формирования мясной продуктивности герефордского скота разных эколого-генетических типов. // Вестник мясного скотоводства. 2013. № 2 (80). С. 11-14.

56. Давлетьяров М.М., Каюмов Ф.Г., Володина В.Г., Сурундаева Л.Г. Эффективность выращивания бычков красной степной породы и ее помесей с шортгорнами мясного направления. // В сборнике: Разработка и освоение инноваций в животноводстве материалы

Международной научно-практической конференции. под редакцией: В.И. Левахина. 2013. С. 3-5.

57. Манджиев Н.В., Каюмов Ф.Г., Баринов В.Э., Сурундаева Л.Г. Методы повышения генетического потенциала продуктивности калмыцкого скота в ООО ПЗ «Агробизнес» Целинного района Республики Калмыкия // Вестник мясного скотоводства. 2014. № 1 (84). С. 24-28.

58. Каюмов Ф.Г., Сурундаева Л.Г., Маевская Л.А., Черномырдин В.Н. Селекционно-генетические параметры телок калмыцкой породы Южно-Уральского типа, испытанных по собственной продуктивности. // Вестник мясного скотоводства. 2014. № 1 (84). С. 17-21.

59. Сурундаева Л.Г., Маевская Л.А. Исследование полиморфных вариантов гена тиреотропного гормона крупного рогатого скота мясных пород // Инновационные направления и разработки для эффективного сельскохозяйственного производства. / Материалы международной науч.-практической конференции, посвященной памяти В.И. Левахина. Оренбург. 2016. Т.2. С. 93-96.

**Сурундаева Любовь Геннадьевна**

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКИХ  
ОСОБЕННОСТЕЙ И ПРОДУКТИВНЫХ КАЧЕСТВ ПОРОД И  
НОВЫХ ТИПОВ МЯСНОГО СКОТА**

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание учёной степени  
доктора биологических наук

06.02.10 Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства

Подписано в печать 07.07.2020 г

Формат 60x90/16. Объем - 2,0 усл. печ. л.

Тираж 100 экз. Заказ № 12

---

Издательский центр ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН.

460000, г. Оренбург, ул. 9 января, 29